

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

PATRIOT PAC-3 JA S-300PMU-2 BALLISTISTEN OHJUSTEN TORJUNTAJÄRJESTELMINÄ

Pro gradu -tutkielma

Kadetti
Jyrki Sulasalmi

Kadettikurssi 90
Ilmatorjuntalinja

Maaliskuu 2007

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi 90. Kadettikurssi	Linja Maavoimalinja
Tekijä Kadetti Jyrki Sulasalmi	
Tutkielman nimi Patriot PAC-3 ja S-300PMU-2 ballististen ohjusten torjuntajärjestelminä	
Oppiaine johon työ liittyy Taktiikka	Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MPKK:n kirjasto)
Aika Maaliskuu 2007	Tekstisivuja 75 Liitesivuja 12

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kahden loppuvaiheen torjuntajärjestelmän kyky ballististen ohjusten torjuntaan niiden ominaisuuksia ja käyttöperiaatteita tutkimalla. Länsimaisista järjestelmistä tutkittiin yhdysvaltalaisista Patriot PAC-3 -järjestelmää ja venäläisistä järjestelmistä tutkittavaksi otettiin S-300PMU-2. Kumpaakin järjestelmää käytetään kohteensuojaustehtäviin. Torjunnat tapahtuvat ilmakehän alaosissa alle 20km:n korkeudessa.

Molemmat järjestelmät ovat suunniteltuja alun perin vain aerodynaamisten maalien torjuntaan ja ballististen ohjusten torjuntakyky niihin on lisätty vasta nykyisiin kehitysversioihin. Torjuntakyky järjestelmille on luotu uusilla ohjelmistoilla, tutkilla ja ohjuksilla. Ballistiset ohjukset ovat tulleet kiinteäksi osaksi nykyaikaista kolmiulotteista taistelukenttää ja niiden teho ja pelotearvo nousi esille hyvin Persianlahden sodassa vuonna 1991. Saatujen kokemusten pohjalta alkoi kiivas kehitystyö. Tutkittavat järjestelmät ovat ensimmäisiä kehityksen tuotteita, joiden päätehtävänä on ballististen ohjusten torjunta. Lähivuosina niiden rinnalle on tulossa puhtaasti vain ballististen ohjusten torjuntaan jo alun perin suunniteltuja torjuntajärjestelmiä. Järjestelmistä muodostetaan niiden kehittäjämaiden toimesta puolustusjärjestelmiä, jotka kykenevät monikerroksisiin yhteistorjuntoihin keskitetyn johdon alaisina. Torjuntaja pyritään suorittamaan ballististen ohjusten lennon jokaisessa vaiheessa, jolloin tutkittavina olleet järjestelmät toimivat torjuntatehtävässä viimeisenä. Ne kykenevät vastaanottamaan ilmatilanne kuvaa ylemmältä johtoportaalta ja monista muista sensoreista. Muita asejärjestelmiä voidaan myös johtaa tulenkäytöllisesti.

Järjestelmien ominaisuuksia ja käyttötapoja tutkittaessa selvisi se, että kumpikin järjestelmä kykenee ominaisuuksiensa puolesta tällä hetkellä vain taktisten ballististen ohjusten torjuntaan. Pitemmän kantaman ohjuksia ei kyetä torjumaan pääasiassa niiden suuremman nopeu-

den ja tulokulman vuoksi. Järjestelmien tehoa pyritään lähivuosina kasvattamaan uusilla pitemmän kantaman torjuntaohjuksilla. Syynä ovat monien ns. häirikkö maidenkin ohjusohjelmat, joiden tarkoituksena on saada keskimatkan ballistisia ohjuksia nopeasti operatiiviseen käyttöön.

AVAINSANAT

Ohjustentorjuntaohjukset, Ohjukset, Ilmatorjunta, Ilmatorjuntajärjestelmä, Patriot, S-300.

PATRIOT PAC-3 JA S-300PMU-2 BALLISTISTEN OHJUSTEN TORJUNTAJÄRJESTELMINÄ

1	JOHDANTO	1
1.1	Aiheen esittely	1
1.2	Tutkimusongelma ja rajaukset	2
1.3	Tutkimusmenetelmät, aineisto ja tutkimustilanne	5
1.4	Tutkimuksen viitekehys	9
1.5	Lähdekritiikki	9
1.6	Käsitteiden määrittely	10
2	BALLISTISET OHJUKSET TORJUNNAN KOHTEENA	12
2.1	Ballististen ohjusten käyttöperiaatteet	12
2.2	Ballististen ohjusten kehitys	15
2.3	Ballististen ohjusten asettamat vaatimukset torjunnalle	18
2.4	Ballististen ohjusten lentorata	19
3	BALLISTISTEN OHJUSTEN TORJUNNAN PERIAATTEET	22
3.1	Ballististen ohjusten torjunta	22
3.2	Lähtövaiheen torjunta	22
3.3	Reittivaiheen torjunta	23
3.4	Loppuvaiheen torjunta	24
3.5	Ballististen ohjusten torjuntajärjestelmien kehitys	27
4	PATRIOT PAC-3 TORJUNTAJÄRJESTELMÄ	29
4.1	Kehitys	29
4.2	Patriot- ohjusjärjestelmän versiot ja niiden käyttämät ohjukset	30
4.3	Pataljoonan ja tulyksikön kokoonpano	33
4.3.1	Pataljoonan kokoonpano	33
4.3.2	Tulyksikön kokoonpano	34
4.4	Pataljoonan ja tulyksikön osakokonaisuudet	35
4.5	Käyttöperiaatteet	41
4.5.1	Kotialueen puolustus	43
4.5.2	Ulkomaille sijoitettujen joukkojen puolustus	44
5	S-300PMU-2 TORJUNTAJÄRJESTELMÄ	46
5.1	S-300 -järjestelmän kehitys	46
5.2	Ohjusjärjestelmän versiot ja niiden käyttämät ohjukset	47
5.3	Osakokonaisuudet ja yksikön kokoonpano	51
5.4	Käyttöperiaatteet	58
6	TORJUNTAJÄRJESTELMIEN VERTAILU	61

6.1	Johtaminen ja viestijärjestelmät	61
6.2	Valvonta- ja tulenjohtojärjestelmät	63
6.3	Liikkuvuus	64
6.4	Suoja	65
6.5	Ampumatarvikkeet	67
7	BALLISTISTEN OHJUSTEN TORJUNTAJÄRJESTELMIEN KEHITYS	68
7.1	Johdanto	68
7.2	Loppuvaiheen torjuntajärjestelmien kehitys	69
8	YHDISTELMÄ	72

VIITTEET

LÄHTEET

LIITTEET

KUVALUETTELO

Kuva 1. Viitekehys	9
Kuva 2. Ballististen ohjusten lentorata ja torjuntavaiheet	19
Kuva 3. Patriot -järjestelmän tutka-asema	38
Kuva 4. Patriot PAC-3 -ohjuksen laukaisu	39
Kuva 5. Patriot -järjestelmän antennimastoryhmä (AMG)	41
Kuva 6. S-300PMU-2 -järjestelmän johtokeskus	51
Kuva 7. BIG BIRD-D 64N6E2 valvonta- ja maalinosoitustutka	52
Kuva 8. 96L6E valvonta- ja maalinosoitustutka	53
Kuva 9. 36N85E TOMBSTONE monitoimitutka	54
Kuva 10. 5P85SU2 ohjuslavetti	55
Kuva 11. S-300PMU-2 -järjestelmän ohjukset. Ylhäältä: 48N6E2, 9M96E2 ja 9M96E	56
Kuva 12. 85V6-A Vega -järjestelmän mittausasema	60

TAULUKOT

Taulukko 1. Ballististen ohjusten jako kantaman perusteella	14
Taulukko 2. Torjuntajärjestelmien kehitys	71

PATRIOT PAC-3 JA S-300PMU-2 BALLISTISTEN OHJUSTEN TORJUNTÄJÄRJESTELMINÄ

1 JOHDANTO

1.1 Aiheen esittely

Viimeisimpien sotien aikana on ilma-aseen rooli korostunut huomattavasti entisestään. Persianlahden sodissa 1991 ja 2003 sekä Kosovon kriisin 1999 aikana saadut kokemukset nykypäivän taistelukentästä ovat parhaita esimerkkejä tästä kehityksestä. Ilmasodankäynnin kehityksessä elää myös ilmatorjunta murrosvaihetta. Perinteisen ilma-aseen muodostaman uhkaku-
van vähetessä länsimaissa on ilmatorjunnan tehtäväkenttään liitetty ballististen ohjusten torjunta. Ballistiset ohjukset ovat nousseet yhdeksi suurimmista uhista tämän päivän toimintaympäristössä. Yhä useammalla maalla on kehitteillä oma ohjusjärjestelmänsä, ja ohjusten hankinta on myös huomattavasti helpottunut asevalvonnasta huolimatta. Ohjusosaaminen on leviittänyt laajalle alalle.

Ballististen ohjusten teho ja niiden muodostama pelotearvo nousi esille jo Persianlahden sodassa vuonna 1991. Ballististen ohjusten kehittynyt tekniikka on mahdollistanut sellaisen osumatarkkuuden, että tavanomaistenkin taistelukärkien käyttö on tullut mahdolliseksi. Myös ohjusten käyttökustannukset ovat laskeneet, jonka johdosta ohjusjärjestelmät ovat myös köyhempien valtioiden käytössä. Tämän seurauksena on ballististen ohjusten torjuntaan kykenevien asejärjestelmien merkitys kasvanut jatkuvasti nykyaikaisella kolmiulotteisella taistelukentällä. Ilma-aseen kehittyessä vaaditaan torjuntajärjestelmiltä myös koko ajan enemmän liikkuvuutta, ulottuvuutta, suojaa ja nopeampaa reagointikykyä. Järjestelmien kehitys onkin nykypäivänä kiivasta ja varoja kehitystyöhön on suunnattu asevoimien budjeteista huomattavia määriä.

Yhdysvallat on sulauttamassa kotialueen puolustuksen ilmatorjunta-aselajia osaksi koko kansakunnan kattavaa ballististen ohjusten puolustusjärjestelmää. Järjestelmä tulee kykenemään ballististen ohjusten torjuntoihin missä päin maailmaa tahansa sekä ballististen ohjusten jokaisessa lennon vaiheessa. Järjestelmään tulee kuulumaan yhteinen johto-osa, maalta ja mereltä laukaistavat torjuntaohjukset, korkeaan teknologiaan perustuvia torjuntajärjestelmiä, tutkia sekä avaruuteen sijoitettavia sensoreita.¹

Ballistisista ohjuksista ja niiden torjuntajärjestelmistä on tullut suuri osa valtioiden välistä politiikkaa. Venäjä on esittänyt vastalauseensa Yhdysvaltain suunnitelmille sijoittaa ohjuspuolustusjärjestelmän osia itäiseen Eurooppaan. Mahdollisiksi sijoituspaikoiksi Yhdysvallat on suunnitellut Puolan ja Tshekkien alueita. Venäjä on uhannut mahdollisten sijoitusten toteuduttua vetäytyä vuoden 1987 INF -sopimuksesta, joka kieltää keskimatkan ballistiset ohjukset.² Tämän on arvioitu mahdollisesti käynnistävän uuden kylmänsodan ajan kaltaisen varustelukilvan.

Tutkielman tekee ajankohtaiseksi myös se, että Suomen puolustusvoimilta puuttuu käytännössä ballististen ohjusten torjuntaan kykenevä asejärjestelmä. BUK M1 on tällä hetkellä ainoa ilmatorjuntajärjestelmä, jolla kyetään rajoitetusti torjumaan ballistisia ohjuksia. Järjestelmä on lisäksi poistumassa käytöstä. Ballististen ohjusten aiheuttama uhkakuva on Suomessakin konkreettinen. Karjalan kannaksella sekä Kuolan niemimaalla on sijoitettuna ohjusjärjestelmiä, joiden kantaman alle jäävät etelässä kaikki kaupungit Turku-Jyväskylä linjan eteläpuolella. Pohjoisessa Rovaniemi on järjestelmien kantaman sisällä. Ilmatorjuntaan syntynyttä tarvetta tutkitaan parhaillaan keskipitkän kantaman / pitkän kantaman ilmatorjuntaohjushankkeena Pääesikunnan maavoimaosastolla, Ilmatorjuntakoululla ja Puolustusvoimien materiaalilaitoksella.

Tutkielmasta saatuja tuloksia kyetään käyttämään hyödyksi arvioitaessa ballististen ohjusten muodostamaa uhkakuva. Tutkimus tuo esille tutkittavien järjestelmien ominaisuudet ja käyttöperiaatteet. Tältä pohjalta kyetään arvioimaan tämän hetkistä kykyä ballististen ohjusten torjunnassa.

1.2 Tutkimusongelma ja rajaukset

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää ballististen ohjusten torjuntajärjestelmien Patriot PAC-3 ja S-300PMU-2 kyky ballististen ohjusten torjumiseen. Tutkimuksessa tuodaan esille järjestelmien kehityshistoria ja nykytila. Lisäksi tarkoituksena on ollut selvittää asejärjestel-

mien toimintaperiaatteet ja käyttötavat niiden valmistusmaissa. Tutkielmassa otetaan kantaa myös järjestelmien kehittämissuunnitelmiin ja ballististen ohjusten loppuvaiheen torjuntajärjestelmien tulevaisuuden näkymiin.

Tutkielmassa keskitytään tutkimaan länsimaista USA:ssa kehitettyä Patriot PAC-3 torjuntajärjestelmää sekä Venäjällä kehitettyä S-300 tuoteperhettä mukaan lukien sen seuraajaa S-400 järjestelmää. Tarkempaan tarkasteluun ja vertailuosiioon S-300 tuoteperheestä on otettu S-300PMU-2 -järjestelmä. Molemmat järjestelmät ovat loppuvaiheen torjuntaan suunniteltuja ohjustorjuntajärjestelmiä. Järjestelmät torjuvat siis ohjusmaalinsa niiden palattua takaisin ilmakehään. Torjuntaetäisyyksiensä perusteella tutkittavat järjestelmät kuuluvat pitkän kantaman ilmatorjuntaohjusjärjestelmiin. Järjestelmät sisältävät omat johtamis-, valvonta-, sekä tulenjohtojärjestelmänsä. Lisäksi järjestelmiin kuuluvat omat laukaisualustansa sekä ohjukset. Torjuntajärjestelmien ominaisuuksia ja operointimalleja verrataan toisiinsa erillisessä luvussa.

Tutkimus selvittää, millainen on ballististen ohjusten muodostama uhkakuva ja miten siihen kyetään vastaamaan. Tutkimuksessa tuodaan esille myös millaisia vaatimuksia on asetettu ballististen ohjusten torjuntajärjestelmille ja miten tutkittavat järjestelmät kykenevät tähän vastaamaan. Lisäksi tutkitaan millaisena nähdään järjestelmävaatimukset tulevaisuudessa ja millaisia loppuvaiheen torjuntajärjestelmiä on tulossa operatiiviseen käyttöön lähitulevaisuuden aikana.

Tutkimuksen pääkysymys on:

- Miten Patriot PAC-3 ja S-300PMU-2 ballististen ohjusten torjuntajärjestelmät kykenevät vastaamaan ballististen ohjusten muodostamaan uhkaan?

Tutkimuksen alakysymyksiä ovat:

- Millainen maali ballistinen ohjus on?
- Miten tutkittavilla järjestelmillä operoidaan käyttäjämaissa?
- Millaisia ominaisuuksia tutkittavilla järjestelmillä on?
- Miten tutkittavat järjestelmät eroavat toisistaan?
- Millaisia kohteita tutkittavilla järjestelmillä suojataan?
- Miten ballististen ohjusten loppuvaiheen torjuntajärjestelmät kehittyvät tulevaisuudessa?

Tutkielmassa tarkasteltavat torjuntajärjestelmät toimivat työssäni suurimpina rajoittavina tekijöinä. Tutkielmassa en lähde pohtimaan järjestelmien kauas ulottuvia kehitysnäkymiä, koska tutkielman laajuus ei sitä mahdollista. Samasta syystä en myöskään lähde vertailemaan järjestelmiä toisiinsa siten, että perustana olisivat Suomen asettamat tarpeet ilmapuolustukselle. Tutkielmassa ei siis pohdita millainen järjestelmä olisi Suomelle paras vaihtoehto oman kotialueen puolustukseen.

Tutkimuksen ensimmäinen luku on johdanto. Sen alaluvuissa on käsitelty tutkimuksen taustoja sekä sitä miten tutkimus on laadittu. Johdannon aluksi tutkimus on esitelty yleisesti, jonka jälkeen siirrytään perustelemaan miksi tutkimustyö on tehty, mistä näkökulmasta aihetta on tutkittu ja mitkä ovat sen tutkimuskysymykset. Luvussa selvitetään myös tutkimuksessa käytetyt tutkimusmenetelmät ja lähteet, joihin tutkimus nojautuu. Perustellut päätökset aiheen rajauksesta on tuotu myös esille. Viimeisessä alaluvussa määritellään tutkimuksessa käytettävät käsitteet.

Toisessa luvussa käsitellään millaisessa toimintaympäristössä ballististen ohjusten torjuntajärjestelmät toimivat. Luvussa tuodaan myös esille miten ballistiset ohjukset ovat kehittyneet ensimmäisistä malleista lähtien. Luvussa pohditaan lisäksi millaisen uhkakuvan ballistiset ohjukset aiheuttavat ja millaisia vaatimuksia ne asettavat torjuntajärjestelmille. Osiossa selvitetään myös millaisiin vaiheisiin ballististen ohjusten lentorata jakautuu torjunnan kannalta.

Kolmannessa luvussa esitetään torjuntajärjestelmien kehitys sekä niiden yleiset toimintaperiaatteet. Tuodaan ilmi torjuntajärjestelmien osakokonaisuudet ja millaisia ominaisuuksia niiltä vaaditaan ballistisen ohjuksen lennon eri vaiheissa. Painopisteenä on kuitenkin loppuvaiheen torjunta.

Neljännessä ja viidennessä luvussa esitetään tutkittavat järjestelmät omissa luvuissaan. Luvuissa käsitellään järjestelmien kehitystä, ominaisuuksia sekä käyttöperiaatteita. Selvitetään kuinka järjestelmien kehittäjämaat operoivat järjestelmillään ja miksi järjestelmät ovat luotu.

Kuudes luku käsittää tutkittavien torjuntajärjestelmien vertailevan osion. Järjestelmien ominaisuuksia ja käyttöperiaatteita verrataan toisiinsa johtamisen ja viestijärjestelmien, valvontajärjestelmien, tulenjohtojärjestelmien, liikkuvuuden, suojan ja ampumatarvikkeiden näkökulmasta. Tarkoituksena on tutkia järjestelmien eroavaisuudet ja yhtäläisyydet sekä kartoittaa minkälaisia taktisia mahdollisuuksia tekniset eroavaisuudet luovat niiden käyttäjille.

Seitsemännessä luvussa esitetään ballististen ohjusten loppuvaiheen torjuntajärjestelmien kehitysnäkymiä. Tarkastelussa on myös mukana ballististen ohjusten kehitysnäkökulmat.

Yhdistelmä on koottu saaduista tutkimustuloksista ja johtopäätöksistä, jotka vastaavat asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Siihen on koottu myös tärkeimmät havainnot tutkimuksen luotettavuudesta sekä käytettävyydestä. Lisäksi luvussa pohditaan tutkielman teossa ilmenneitä asioita, kuten tutkimuksen vahvuuksia ja heikkouksia.

1.3 Tutkimusmenetelmät, aineisto ja tutkimustilanne

Tutkimusstrategiana tutkimustyössäni tulen käyttämään kvalitatiivista menetelmää. Tutkielmani tulee olemaan laadullinen tutkimus, koska tutkimuksen tarkoituksena on tutkia kohdetta mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Tutkimus alkaa toimintaympäristön kartoittamisella, joka on kvalitatiiviselle tutkimukselle yleistä. Tutkittava aihe pyritään tuomaan mahdollisen selvästi esille. Tutkimuksen alussa tehdään myös aihealueen rajaukset, joilla rajataan tutkittava alue käsittämään vain tiettyä osakokonaisuutta. Tutkielmassa otetaan huomioon se, että toimintaympäristö ja tutkittava kohde ovat kiinteästi yhteydessä toisiinsa monimutkaisin syyseuraus suhtein. Tutkielmassa ei pyrkimyksenä olekaan kvantitatiiviselle tutkimukselle tyypillisen yleistyksen muodostamista. Yksittäisistä huomioista ei pyritä tekemään yleistyksiä, jotka toimisivat koko toimintaympäristössä.³

Tutkimusmetodina tulen käyttämään dokumenttianalyysiä. Dokumenttien käyttäminen tutkimusaineistona on vaihtoehto sille, että aineisto kerätään kyselylomakkein ja käytännön tutkimuksin.⁴

Valmiit dokumentit toimivat pohjana tutkimukselle, koska ne ovat hyödyllisiä tutkimukselle, josta ei vielä ole paljoa tutkittua tietoa. On hyvä katsoa ja analysoida sitä, miten muut ovat menetelleet ja mitä ovat saaneet aiheesta selville. Valmista aineistoa on saatavissa monista eri lähteistä. Niitä ovat esimerkiksi sanomalehti- ja aikakauslehtiartikkelit, asiantuntijoiden julkisuuteen antamat lausunnot ja haastattelut, tilastot sekä kirjallisuus.

Pyrin käyttämään tutkimuksessani pääosin primäärisiä lähteitä. Nämä alkuperäislähteet ovat peräisin henkilöltä, joka on asian aikaan saanut, laatinut, kokenut ja muistiin merkinnyt tai josta voidaan muuten todeta sen autenttisuus. Sekundäärisistä lähteistä eli toisen käden lähteistä saadut tiedot on tarkistettu primäärisistä lähteistä. Mikäli tämä ei ole ollut kuitenkaan mahdollista esimerkiksi internet lähteiden osalta, on tiedot tarkistettu ainakin kahdesta muusta

sekundäärisestä lähteestä. Mitä useamman väliportaan kautta tieto tulee, sitä epätarkempaa se on. Lähdekritiikki täytyy ottaa huomioon lähteen alkuperäisyyden mukaisesti.

Dokumenttianalyysin heikkoutena voidaan pitää sitä, että käytettävät dokumentit voivat olla alun perin koottu aivan muuhun tarkoitukseen ja aivan eri tarkastelunäkökulmasta. Dokumentit voivat myös olla jo vanhentuneita ja siten virheellistä tietoa tarjoavia.⁵ Tällaiset lähteet eivät palvele tutkielman laadintaa. Tutkimuksessa on pyritty välttämään tämän kaltaiset ongelmat ns. triangulaation avulla eli useampaa lähdettä on käytetty samanaikaisesti rinnakkain. Tieto on saatu varmistettua näin monesta eri lähteestä.

Lähdekritiikki on välttämätön asia dokumentteihin perustuvassa tutkimuksessa. Kerätty aineisto heijastaa yleensä sellaisenaan todellisuutta, mutta näkökulmaerot voivat painottaa asioita eri tavoin.

Lähteet, joita tutkimuksessa on käytetty, ovat salattavuusluokitukseltaan julkisia. Kirjallisuuden ja lehdistön lisäksi on käytetty lähteinä myös internetin sivustoja, mikä aiheuttaa haasteita lähdekritiikin näkökulmasta. Tässä tutkimuksessa lähdekritiikki esitetään omassa alaluvussa johdanto osuudessa. Tutkimuksen luotettavuustarkastelu on liitetty yhdistelmäosuuteen.

Dokumenttianalyysi sopii käytettäväksi tässä tutkielmassa hyvin, koska Suomessa ei ole valmista tutkittua tietoa kyseisistä järjestelmistä näkökulmasta, josta niitä tässä tutkielmassa tarkastellaan. Ballististen ohjusten torjuntajärjestelmien historia on myös suhteellisen lyhyt, joten järjestelmien käyttöperiaatteetkin ovat vielä kehitys ja kokeiluvaiheessa. Tutkielmassa on täydennetty haastatteluilla sitä tietoa, mitä käytettävistä lähteistä ei ole saatavissa.

Tutkimuksessa on käytetty tutkimusmenetelmänä asiantuntijahaastatteluita. Kyseisessä haastattelumallissa haastateltavat ovat erityisesti valittuja. Haastateltavina ovat olleet hyvin koulutetut ja alallaan vaikutusvaltaiset tunnustetut asiantuntijat, jotka edustavat jotakin organisaatiota tai laitosta. Haastateltavat on myös valittu tutkittavaa ilmiötä silmällä pitäen. Tässä tutkielmassa on haastateltu suomalaista upseeria, joka on tutkinut kyseisiä järjestelmiä työtehtävään Puolustusvoimissa. Lisäksi haastateltavana on ollut Patriot -järjestelmän osalta kyseisen asejärjestelmän pataljoonan komentajan tehtävissä Irakin sodassa 2003 toiminut yhdysvaltalainen upseeri. Haastattelu suoritettiin NATO:n PfP -maiden GBAD -seminaarissa Tuusulassa 9.11.2006.

Haastattelu on ainutlaatuinen tiedonkeruujärjestelmä, jossa ollaan kielellisessä vuorovaikutuksessa tutkittavan kanssa. Tämä ominaisuus tuo joustavuutta aineiston keräämiseen.⁶ Haastatteluilla on kyetty keskittämään tutkimus niille osa-alueille mistä tietoa halutaan saada ja saamaan tietoa näkökulmasta, josta sitä on haluttu. Haastatteluita on käytetty myös puutteellisen tiedon laajentamiseen ja halutun tiedon perusteleamiseen.

Haastatteluiden selkeänä etuna on ollut se, että haastateltavat on saatu mukaan tutkimukseen. Heidän tietojaan on voitu käyttää tutkielman edistymisen aikana uudelleen esimerkiksi jonkin tiedon täydentämiseen.

Haastatteluja tehdessä tutkija on pyrkinyt olemaan hyvin ja huolellisesti varustautunut aiheensa käsittelyyn. Asiantuntijalla on mahdollisuus puhua haastattelija oman näkökulmansa kannalle, mikäli haastattelijalla ei ole riittävää pohjaa haastattelun suorittamiseen. Haastatteluja tehdessä nousee myös lähdekritiikin arvo erittäin tärkeäksi.

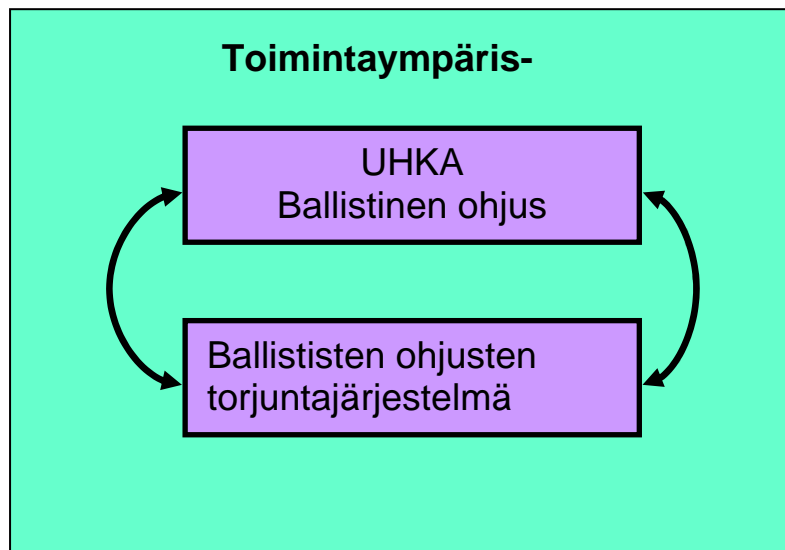
Lähteinä käytetyt aiemmat tutkimukset kuuluvat sekundäärisiin lähteisiin. Aiemmin tehtyjä tutkimuksia käytettäessä on oltu tarkkoja lähdekritiikin suhteen. Tutkimuksissa oleva tieto on sellaisenaan oikeata, mutta tutkija on käsitellyt sitä omasta näkökulmastaan. Näkemys- ja painotuserot voivat luoda virheellisyyttä käsiteltävän tiedon kokonaisuuteen. Saadut tiedot on pyrittykin tarkistamaan mahdollisuuksien mukaan primäärisistä lähteistä tai ainakin kahdesta muusta sekundäärisestä lähteestä.

Keskeisin tutkimus, mikä on tehty Suomessa tässä tutkimuksessa tutkittavista torjuntajärjestelmistä, löytyy Taktiikanlaitoksen julkaisusarjasta 3. Maaliskuussa 1999 julkaistu seurantaraportti ”Ballististen ohjusten torjunta” käsittelee aihetta lähimmin omaan tutkielmaani liittyen. Raportissa keskitytään tutkimaan ballististen keskimatkan ja taktisten ohjusten torjuntajärjestelmiä ja niiden kehitysnäkymiä. Painopiste on luotu loppuvaiheessa tapahtuvaan torjuntaan. Seurantaraportin tarkoituksena on ollut päivittää tietämys viimeaikaisten ballististen ohjusten torjuntajärjestelmien kehityksestä ja luoda tarkennettu arvio kehitysnäkymistä seuraavina lähitulevaisuuden vuosina. Tutkimuksessa kyetään käyttämään raportista saatuja tietoja hyvin rajallisesti, koska tiedot ovat jo vanhentuneita. Järjestelmät ovat kehittyneet viime vuosina todella nopeasti.

Kadetti Simo Lapatto on tutkinut omassa opinnäytetyössään helmikuussa 2005 Aster- ohjusjärjestelmää suurkohteen suojana. Tutkielman tavoitteena on ollut tutkia Aster- ohjusjärjestelmän kehitystä, sen käyttöperiaatteita sekä sen soveltuvuutta suurkohteen suojaustehtävään ja Suomen olosuhteisiin. Tutkielma koskee lähimmin omaa aiheuttani kohdissa, joissa vastaan tutkielman alakysymyksiin, jotka ovat: Millainen ilmauhka suurkohteeseen kohdistuu, ja miten Aster- ohjusjärjestelmää käytetään taisteluteknisesti suurkohdetta suojatessa? Näissä kohdin tutkimuksen tarkastelunäkökulma on yhtenevä tämän tutkimuksen kannalta.

Omaa kandidaatin tutkintoon liittyvää tutkimustyötä on voitu hyödyntää tässä tutkimuksessa rajoitetusti. Työssäni tutkin ballististen ohjusten torjuntajärjestelmiä: ABL, KEI, Patriot PAC-3 ja THAAD. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ja esittää ballististen ohjusten torjuntajärjestelmien nykytila. Lisäksi oli tarkoituksena tuoda esille eri asejärjestelmien toimintaperiaatteet ja niiden käyttötavat. Operatiivisessa käytössä tutkimistani järjestelmistä on tällä hetkellä vain Patriot PAC-3. Tästä järjestelmästä on siis ainoastaan saatavissa tietoa siitä, kuinka se on toiminut taistelussa. Tämän johdosta tässä tutkielmassa onkin rajattu käsittelyn ulkopuolelle muut kandidaatin tutkimustyössä käsittelemäni torjuntajärjestelmät. Tähän tutkielmaan on otettu mukaan myös venäläinen torjuntajärjestelmä, että saataisiin muodostettua tieteellisesti luotettavampi tutkimustulos käsitelystä aiheesta. Kandidaatin tutkielmastani olen voinut hyödyntää myös ballististen ohjusten muodostaman uhkakuvan osuutta ja torjuntajärjestelmien yleisien toimintaperiaatteiden osuutta. Tulevaisuuden kehitysnäkymiä on voitu arvioida kandidaatti vaiheen työn perusteella rajallisesti, koska järjestelmien nopean kehittymisen vuoksi tiedoissa on ollut jo puutteita ja virheellisyyksiä.

1.4 Tutkimuksen viitekehys



Kuva 1. Viitekehys

Yllä olevalla kuvalla olen selkeyttänyt tutkielmani viitekehystä. Sen pohjana on toimintaympäristö, missä tutkittavat järjestelmät toimivat. Toimintaympäristö, ilmakehä ja avaruus, antaa ballistisille ohjuksille ja torjuntajärjestelmille perusteet toimintaan taistelukentän muodossa. Torjuntajärjestelmien suunnittelu, kehittäminen ja toiminta perustuu lisäksi ballististen ohjuksien luoman uhkakuvan ja toimintamallien mukaisesti. Ballistiset ohjukset antavat siis vaatimukset torjuntajärjestelmille. Ballistisia ohjuksia taas pyritään kehittämään siten, että ne pystyisivät läpäisemään torjunnan ja vaikuttamaan kohteeseensa.”

1.5 Lähdekritiikki

Tutkimuksessa käytetyt lähteet ovat kaikki julkisia. Julkaistuja kirjallisia lähteitä on pidetty tutkimusta tehdessä luotettavimpina. Erityisesti on käytetty valmistajien julkaisuja sekä käyttäjämaiden kenttäohjesääntöjä. Internet lähteiden osalta on käytetty ensisijaisesti järjestelmien valmistajien ja niiden kehityksestä vastaavien virastojen kotisivuja. Näistä saatuja tietoja on voitu pitää tarkimpina, mutta niitä tarkastellessa on täytynyt muistaa näkökulma mistä ne on tuotettu. Tämän vuoksi niiden rinnalla on tarkasteltu myös muita lähteitä, jotka ovat tuotettu objektiivisemmin. Näitä ovat internetin osalta tunnistetut tiedeyhteisöjen ylläpitämät sivustot. Suuria eroavaisuuksia ja ristiriitaisuuksia ei kuitenkaan ole tutkimusta tehdessä lähteissä havaittu. Lähteinä on myös käytetty eri uutispalveluita, joiden uutisoimat aiheet on pyritty mahdollisuuksien mukaan tarkastamaan eri uutistoimistojen ylläpitämiltä sivuilta. Tämä ei ole aina ollut mahdollista, koska vain maksuttomia sivustoja on käytetty. Sekundäärisistä saatuja tietoja on myös tarkistettu haastatteluiden avulla.

1.6 Käsitteiden määrittely

Ballistinen ohjus on ohjus, josta moottoreiden työntövaiheen päätyttyä irtoavan ja ilmakehään palaavan kärjen liikerata perustuu inertiaan ja gravitaatioon.⁷

Elektroninen häirintä on elektronisen hyökkäyksen osa-alue. Se on sähkömagneettisen säteilyn lähettämistä tai heijastamista tavoitteena kohteena olevan elektronisen järjestelmän tai välineen käytön vaikeuttaminen tai estäminen.⁸

Ilmamaali on kolmiulotteinen kappale, joka liikkuu kolmiulotteisessa avaruudessa.⁹

Ilmapuolustus on kaikki ne sotilaalliset ja siviilialojen toimenpiteet, joiden avulla valvotaan valtakunnan ja sen lähialueiden ilmatilaa, turvataan ilmatilan koskemattomuus ja torjutaan ilmahyökkäykset sekä vähennetään valtakuntaa vastaan kohdistettujen ilmasotatoimien vaikutusta.¹⁰

Ilmatorjuntapatteri on ilmatorjunnan perusyksikkö. Ilmatorjuntapatterit voivat olla joko ammus- tai ohjusilmatorjuntapattereita. Ammusilmatorjuntapattereista käytetään kuitenkin nimeä ilmatorjuntapatteri. Ilmatorjunta- sekä ohjusilmatorjuntayksiköiden nimen jälkeen merkitään sen käyttämä kaluston tyyppi.¹¹

Ilma-ammunta on kolmiulotteisessa avaruudessa kolmiulotteisesti liikkuvan maalin tulittamista siten, että joko ilmatorjunta-ammus tai -ohjus kohtaa maalin kyseessä olevan ilmatorjuntajärjestelmän määrittämässä ennakkopisteessä.¹²

Järjestelmä eli systeemi koostuu osista ja osien välisistä suhteista, jotka muodostavat uuden kokonaisuuden. Systeemin osien väliset vaikutussuhteet ovat järjestelmän rakenne eli organisaatio.¹³

Kohteensuoja on kokonaisuus, jolla pyritään suojaamaan kohde vihollisen tiedustelulta ja elektroniselta tai fyysiseltä asevaikutukselta. Kohteen suojaan kuuluvat häiveominaisuudet, joita ovat emissioiden hallinta ja häiveteknologia sekä maastouttamisjärjestelmien käyttö, joilla estetään paljastuminen. Liikkeellä estetään vaikuttaminen paljastuneeseen kohteeseen. Harhauttamisella vaikutetaan vastustajan maalinvalintaan. Omasuojajärjestelmällä estetään asevaikutus valittuun maaliin. Ballistisella ja NBC-suojalla estetään läpäisy ja minimoidaan tuhovaikutus. Sen keinoja ovat esimerkiksi osastointi, palontorjunta ja puhdistusjärjestelmät.¹⁴

Ohjus on taistelulatauksen tai muun sotilaallisen hyötykuorman kuljettava miehittämätön taisteluväline, joka oman voimakoneensa kuljettamana liikkuu kohteeseensa ohjattuna tai ohjautuvasti.¹⁵

Ohjusilmatorjuntajärjestelmä on lyhyen, keskipitkän ja pitkän kantaman ilmatorjuntajärjestelmiin kuuluvien ohjusilmatorjunta-aseiden muodostama ilmatorjunnan asejärjestelmän alajärjestelmä.¹⁶

Strateginen isku on yllättäen aloitettu sotatoimi, joka toteutetaan toimintavalmiina olevin joukoin. Strategisen iskun tavoitteena on valtakunnallisesti tärkeiden kohteiden nopea lamaannuttaminen, niiden haltuunotto sekä valtakunnan johdon alistaminen. Ennen varsinaista iskua hyökkääjä pyrkii vaikuttamaan vastustajaan ilmavoimin, ohjuksin, tykistöasein, elektronisella sodankäynnillä sekä erikoisjoukoin toteutettavin iskuin tärkeimpiin kohteisiin.¹⁷

2 BALLISTISET OHJUKSET TORJUNNAN KOHTEENA

2.1 Ballististen ohjusten käyttöperiaatteet

Ballistiset ohjukset sopivat erinomaisesti suurten aluemaalien tulittamiseen, niiden osumatarkkuuden ja suuren hyötykuorman johdosta. Pyrkimyksenä on strategisella iskulla tuhota tai lamaannuttaa sotilaalliset johtamisjärjestelmät, siviiliviestintäjärjestelmät, energiantuotantolaitokset ja varastot, jakeluverkoston solmukohdat, painopistesuunnassa olevat tärkeimmät liikenneverkoston solmukohdat sekä sotateollisuuden kannalta tärkeät tuotantolaitokset ja varikot. Ballistisilla ohjuksilla on vielä tällä hetkellä suhteellisen helppoa päästä vaikutukseen kohdealueella. Tähän syynä on puutteellinen ballististen ohjusten torjumiseen käytettävä ilmatorjuntakalusto. Yhtymien alueella orgaanisella ilmatorjunnalla ei kyetä aktiiviseen ballististen ohjusten torjuntaan. Ainoat keinot suojautua ballistisilta ohjuksilta ovat passiivisia.¹⁸

Ballistiset ohjukset voidaan laukaista maalta, siiloista, liikkuvilta kuorma-auto- tai juna-alustoilta, laivoilta, sukellusveneistä tai lentokoneista. Ballistisen ohjuksen luokkaan katsomatta sen rakettiosa sisältää polttoaineen lisäksi myös palamisprosessiin tarvittavan hapen. Ballistinen ohjus ei polta siis ilmakehän happea ja kykenee näin ollen lentämään myös maan ilmakehän yläpuolella. Pitkän kantaman ballistiset ohjukset käyttävätkin suurimman osan lentoajastaan ilmakehän ulkopuolisessa tyhjiössä. Tyhjiössä lentäminen mahdollistaa ohjuksille suuret lentonopeudet, koska ilman vastustavaa tekijää ei ole. Ohjus saattaa liikkua jopa seitsemän kilometrin sekuntinopeudella. Sen ansiosta valtamerten ylitys onnistuu jopa puolessa tunnissa. Ballistisia ohjuksia kutsutaan ballistisiksi, koska sen rakettimoottorit antavat ohjukselle vain alkutyönnön, ja tämän jälkeen ohjuksen lentoradasta huolehtii vain painovoima. Ballistinen ohjus ei itse asiassa lennä varsinaisesti lainkaan, vaan se vain nousee ylös ja laskeutuu tämän jälkeen alas.¹⁹

Ballistinen ohjus on rakenteeltaan putkimainen, jonka pituus vaihtelee vajaasta kymmenestä metristä 30metriin. Sen kärkiosassa sijaitsee etummaisena osio, johon on sijoitettu taistelulataus sekä ohjuksen ”aivot” eli komento-osat. Takimmainen osa, joka on myös osioltaan suurin, käsittää ohjuksen rakettimoottorin ja sen käyttämän polttoaineen. Polttoaine on olomuodoltaan joko kiinteää tai nestemäistä. Lisäksi ohjuksen takaosa pitää sisällään polttoaineen palamiseen tarvittavan hapen. Yleisesti ohjuksen peräosaan on liitetty ohjuksen ohjaamiseen ilmakehässä tarvittavat siivekkeen muotoiset ohjaimet. Niiden määrä, muoto ja koko vaihtelee paljon ohjustyypeittäin.²⁰ Liitteessä 1 on esitetty eräiden ballististen ohjusten ominaisuuksia.

Ballististen ohjusten lentoradan korkeus vaikuttaa ratkaisevasti siihen kuinka kovalla nopeudella ne tulevat alas maaleihinsa. Nopeus on erittäin tärkeä asia, koska mitä enemmän sitä on, sitä vaikeampi niitä on torjua. Taistelukärjen huippunopeus ilmakehään palatessa on luonnollisesti riippuvainen etäisyydestä, josta se on laukaistu kohti maalia. Mitä pitempi matka ohjuksella on kuljettavanaan, sen korkeammalle sen on noustava saavuttaakseen maalinsa. Mitä korkeammalla ohjus käy, sitä enemmän kuluu aikaa laskeutumiseen. Puolestaan mitä enemmän aikaa kuluu, sitä kauemmin maan vetovoima vaikuttaa ohjukseen kiihdyttämällä sitä. Mannertenvälinen ohjus saattaa pudotessaan jopa 1600 kilometrin korkeudelta saavuttaa ennen ilmakehää 8 kilometrin sekuntinopeuden. Samasta syystä Irakilaisten Scud-ohjukset Persianlahden sodassa vuonna 1991 saavuttivat vain nopeuden kaksi km/s. Se nousikin ainoastaan vain 160 kilometriin.²¹

Tarkasteltaessa ballististen aseiden osumatarkkuuksia käytetään yleisesti CEP-arvoa (Circular Error Propable). CEP-arvo kertoo ympyrän säteen, jolle osuu todennäköisesti 50 % ammuksista ohjuksista. Venäläisten ballististen ohjusten osumatarkkuus on käytännössä parhaimmillaan luokkaa 100-200m. Keskimääräinen osumatarkkuus jää kuitenkin luokkaan noin 300-500m. Länsimaisen kaluston osumatarkkuus vaihtelee välillä 100-225m.²²

Ballististen ohjusten osumatarkkuus on kehittynyt niin, että nykyään on siirrytty strategisista ohjuksista myös sotaanäyttämön tasalla käytettäviin ohjuksiin. Nykypäivän uhka kohdistuu jo yksittäisiin yhtymiinkin. Nämä taistelukentän lyhyen kantaman ohjukset ovat tarkkuudeltaan sitä luokkaa, että niissä voidaan käyttää tavanomaisia taistelukärkiä. Tämä monipuolistaa huomattavasti ohjuksien käyttöä. Lisäksi näissä ohjuksissa hyötykuormana voi olla myös säteilyyn hakeutuvia, EMP-, kemiallisia-, biologisia- ja ydintaistelukärkiä. Taistelualueen ballistisilla ohjuksilla on etunaan myös pitkä kantama suhteessa lyhyeen lentoaikaan. Ohjuksien käyttö mahdollistaa yllättävät hyökkäykset esim. kaupunkeihin. Näin kyetään synnyttämään pakokauhua terrori-iskumaisilla hyökkäyksillä.²³

Ballistisia ohjuksia tarkasteltaessa on muistettava, että niitä ei saa yhdistää risteilyohjuksiin. Ne lentävät vain ilmakehässä ja käyttävät moottoreidensa palamisprosesseissa ilmakehän happea. Moottorit toimivat koko lennon ajan, eikä vain lennon alussa niin, kuin ballistisissa ohjuksissa. Niiden lento perustuu lentokoneiden tapaan ilman nosteen hyväksikäyttöön. Risteilyohjuksien lentorata kulkee horisontaalisesti eikä niiden nopeus nouse juuri yli kahden äänennopeuden.²⁴

Ballistiset ohjukset voidaan luokitella monella eri tavalla. Yksi luokitteluperiaate on jakaa ohjukset käyttöpäämääränsä mukaan seuraavalla tavalla:

- Taistelualueen ballistiset ohjukset, joilla on riittävä kantama koko sotanäyttämön alueella (alle 500km)
- Taktiset ballistiset ohjukset, joilla on riittämätön kantama strategiseen hyökkäykseen, mutta joiden kantama ylittää taistelualueen ballististen ohjusten kantaman (noin 500km)
- Strategiset ballistiset ohjukset, joilla on riittävä kantama vihollisen strategiaan maaleihin.²⁵

Kantamansa mukaan ballistiset ohjukset voidaan jakaa eri lohkoihin seuraavan taulukon mukaisesti:

LUOKKA	LYHENNE (engl.)	KANTAMA
Taistelukentän lyhyen kantaman ohjus	BSRBM (Battlefield Short Range)	alle 150km
Lyhyen kantaman ohjus	SRBM (Short Range)	150-999km
Keskimatkan ohjus	MRBM (Medium Range)	1000-2999km
Välimatkan ohjus	IRBM (Intermediate Range)	3000-5500km
Mannertenvälinen ohjus	ICBM (Intercontinental Range)	yli 5500km
Sukellusveneestä laukaistava ohjus	SLBM (Submarine Launched)	ei luokittelua

Taulukko 1. Ballististen ohjusten jako kantaman perusteella.²⁶

2.2 Ballististen ohjusten kehitys

Ensimmäinen ballistinen ohjus oli saksalaisten kehittämä V2 (Vergeltungswaffe 2, ”kostoase” 2 tai A4), jota käytettiin ensimmäisen kerran toisen maailmansodan loppuvaiheessa syyskuussa 1944. Kehitettyä asetta käytettiin sodan aikana suurkohteita kuten Pariisia, Lontoota ja Antwerpenia vastaan. Toisen maailmansodan aikaisella tekniikalla V2 oli mahdoton torjua. Niillä oli myös suuri psykologinen pelotevaikutus. Ääntä nopeampina ne iskivät ennalta varoittamatta toisin kuin pommikoneet tai V1-ohjukset. Sodan jälkeen Ranska, Englanti, Yhdysvallat sekä Neuvostoliitto käyttivät takavarikoituja V2-ohjuksia omien ohjus- ja avaruusohjelmiensa perustana. Myös ohjuksen rakentamiseen ja kehittämiseen osallistuneita saksalaisia siirrettiin Yhdysvaltoihin ja Neuvostoliittoon heti sodan jälkeen. Myöhemmin jopa Kiinan ohjusten suunnittelu on pohjautunut V2-ohjukseen.²⁷

Neuvostoliiton V2-ohjukseen pohjautuva ballistinen ohjus SS-1B (Scud A) tuli palveluskäyttöön jo vuonna 1955. Ohjuksen ensimmäinen versio kykeni kantamaan 950 kg:n hyötykuorman. Vuonna 1958 käyttöön tullut versio oli varustettu 50 kilotonnin ydintaistelukärjellä. Tämän ohjuksen kantama (270 kilometriä) mahdollisti toimimisen kohteisiin Länsi-Euroopassa. SS-1C (Scud B) ohjus korvasi vuonna 1962 SS-1B ohjukset. Vuonna 1965 ohjukset olivatkin jo käytössä hyvin laajasti Euroopassa ja Lähi-idässä. Vaikka ohjus onkin nykyään vanhentunut, se on silti yksi yleisimmistä ja laajimmalle levinneistä ohjusjärjestelmistä. Ohjuksen tekee nykyäänkin käyttökelpoiseksi sen luotettavuus ja yksinkertaisuus. Ohjukseen on saatavilla laaja taistelukärkivalikoima ja sen kantama (300 kilometriä) on riittävä laajallekin toiminta-alueelle. Ohjuksen CEP arvo on 450 metriä.²⁸

Yhdysvaltain vastine Scud A ohjukselle oli vuonna 1958 operatiiviseen käyttöön otettu SSM-A-14 (Redstone) lyhyen kantaman ohjus. Sekin pohjautui saksalaisten kehittämään V2 ohjukseen. Ohjuksen suunnittelusta vastasikin saksalainen suunnitteluosasto Wernher von Braunin johdolla, joka oli V2:n suunnittelusta vastannut rakettitekniikkaan erikoistunut insinööri. Ohjus korvattiin kuitenkin suhteellisen nopeasti uudella MGM -31A (Pershing I) ohjuksella vuodesta 1960 alkaen. Kyseinen ohjus oli suunniteltu kylmän sodan aikana Euroopan alueella käytettäväksi. Sen 400 kilotonnin ydinkärki olisi kyennyt helposti tuhoamaan kokonaisia kaupunkeja ja laajoja sotilaskohteita. Yhdysvallat aloitti vuonna 1976 ohjuksen seuraavan kehitysversion MGM-31B:n (Pershing II) suunnittelun. Ohjus saatiinkin käyttöön vuonna 1984. Uusi kehitysversio oli saanut huomattavasti pidemmän kantaman (1800 kilometriä) ja kuului keskimatkan ohjuksiin. Kuitenkin vuonna 1991 molemmat ohjusversiot kiellettiin keski-

matkan ydinvoimia rajoittavalla INF -sopimuksella (Intermediate-Range Nuclear Forces) ja ne tuhottiin.²⁹

Venäläisistä ballistisista ohjuksista nykyisin mainitaan usein SS-21 (Scarab, OTR-21, Tochka), joka on kuitenkin jo varsin vanha konstruktio. Sen ensimmäinen kehitysversio A otettiin käyttöön jo vuonna 1976. Kantamaltaan järjestelmä kykenee 70 kilometriin. Ohjusjärjestelmä on itsessään edelleen käyttökelpoinen, ja se on yhä jatkuvan kehityksen kohteena. Järjestelmästä piti tulla aluksi vain Frog -tykistörakettien (Free Rocket Over Ground) korvaaja, mutta INF-sopimuksen seurauksena tehdyt suunnitelmat muuttuivat. Sopimuksen vuoksi SS-21-ohjuksia on jouduttu sijoittamaan divisioonatason lisäksi myös armeijatason ohjusprikaateihin korvaamaan vanhentuvia Scud -ohjusten vanhimpia versioita.³⁰

SS-21 A järjestelmän ohjuksien tarkkuus oli melko hyvä. Vuonna 1989 käyttöön otetussa SS-21 B järjestelmässä oli uusittu ohjaus analogisesta digitaaliseksi asentamalla ohjukseen uusi laskin. Tämän ansiosta ohjuksen osumatarkkuus parani 150 metristä 95 metriin. Samassa yhteydessä järjestelmä sai uuden passiivista toimintaperiaatetta käyttävän säätutkan, jolla pyritään estämään paljastuminen tiedustelulle ammunnan valmisteluvaiheessa. Ohjusjärjestelmä on sijoitettuna liikkuvalla ja uintikykyiselle TEL- lavetille (Transporter-Erector- Launcher).³¹

Järjestelmän ohjuksia ohjataan koko lennon ajan, mikä ei ole tavallista tämän luokan ohjuksille. Ohjaaminen toteutetaan sekä aerodynaamisilla, ohjuksen perässä olevilla, ritilän näköisillä ohjaussiivekkeillä että rakettimoottorin suihkusuuntaussiivekkeillä. Rakettimoottorin virtauksia suuntaamalla ohjusta ohjataan mitä ilmeisimmin vain lähtövaiheessa. Ohjaaminen lennon keskivaiheilla on ainakin teoriassa mahdollista johtuen ohjuksen matalasta lentoradasta. Lentoradan lopussa ohjuksen tulokulmaa jyrkennetään parhaan tuhovaikutuksen saamiseksi. Jyrkkä tulokulma liittyy myös torjunnan väistämiseen ja vastatoimenpiteiden vaikeuttamiseen.³²

SS-21:n taistelukärkivalikoima on erittäin monipuolinen, mikä tekee järjestelmästä useisiin eri kohteisiin soveltuvan asejärjestelmän. Ydintaistelukärkien lisäksi voidaan käyttää myös säteilyyn hakeutuvia ja EMP- taistelukärkiä, joilla voidaan tuhota sekä valvonta- että johtamisjärjestelmiä.³³

SS-21 tulee olemaan myös tulevaisuuden asejärjestelmä, sillä sen lyhyt lentoaika ja matala lentorata yhdessä kehittyneen ohjausjärjestelmän kanssa tekevät siitä vaikeasti torjuttavan maalin. Järjestelmästä on tulossakin uusi C-versio, jolla on 185 kilometrin kantama. Kyseisen version testaus on aloitettu jo vuosina 1989 -1990.³⁴

SS-X-26 -ohjus (Stone) on järjestyksessä toinen Scudin korvaajaksi rakennettu ohjusjärjestelmä. Ensimmäinen oli 1980 -luvun alussa rakennettu SS-23 -ohjusjärjestelmä. Sen kantamaa jouduttiin kuitenkin INF -sopimuksen mukaisesti rajoittamaan huomattavasti ja suurin osa järjestelmistä poistettiin kokonaan käytöstä. SS-X-26 -järjestelmän kehittäminen aloitettiin jo 1970 luvun alussa ja ensimmäiset testit suoritettiin lokakuussa vuonna 1985. Ohjuksen koko ja sen ominaisuudet viittasivat siihen, että se oli käytännössä SS-23:n ja myöhemmin rakennetun geofyysisen raketin (Sfera) seuraaja.³⁵

Ohjus on suunniteltu toimimaan paikallaan ja myös liikkeessä olevia maaleja vastaan. Sen kantamalla ei kyetä vaikuttamaan strategisen tason kohteisiin, mutta se on erittäin toimiva taktisella tasalla. Järjestelmä on erityisesti suunniteltu ilmatorjunnan tuliasema-alueiden, johdotokeskusten, viestiasemien, lentokenttien, satamien, suurten tehtaiden ja hyvin suojattujen sotilaskohteiden tuhoamiseen. Ohjusjärjestelmästä on tuotettu kaksi eri vaihtoehtoa. Tender on tarkoitettu Venäjän armeijan omaan käyttöön ja Iskender-E on rakennettu vientiin tarkoitukseksi järjestelmäksi.³⁶

SS-X-26 -ohjuksessa käytetään inertiaan perustuvaa ohjausjärjestelmää, jota voidaan päivittää lennon reittivaiheen aikana GLONASS -satelliittipaikannuksella (Global Navigation Satellite System). Kuten edeltäjässäänkin, ohjuksessa on loppuvaiheen hakeutumista varten todennäköisesti millimetrialueella toimiva tutka. Tutkan käyttäminen loppuvaiheen hakeutumisessa sekä ohjuksen ohjaamiseen käytettävät rutilänkaltaiset ohjainpinnat ovat yhteisiä piirteitä SS-21:n kanssa.³⁷

Yhdysvaltojen kehittämän ATCAMS -ohjusjärjestelmän (Army Tactical Missile System) kehityksen lähtökohtana on ollut MLRS -raketinheitin (Multiple Launch Rocket System), jonka lavettia hyödynnetään edelleenkin. Ohjuksen ensimmäinen versio valmistui vuonna 1991 joulukuuta ennen ensimmäistä Persianlahden sotaa, jossa se oli jo operatiivisessa käytössä. Järjestelmää on kehitetty saatujen kokemusten perusteella edelleenkin. Uusin kehitysversio ATCAMS Unitary tulee suunnitelmien mukaan ensimmäisiin testilentoihin vuonna 2008. Sen liikehtimiskykyä ja tuhoamisvoimaa on edelleen kasvatettu. Tarkoituksena on saada tehokas asejärjestelmä ns. ”häiriikkö valtioiden” hyökkäysten torjumiseen laajalla alueella.

Järjestelmät kuuluvat maavoimiin ja niiden maaleina ovat toiminnan kannalta kriittiset kohteet kuten esimerkiksi selustan tukikohdat, lentokentät, ohjusjärjestelmien laukaisupaikat, tykistön tuliasemat, huolto- ja johtamispaikat. Yhdysvaltojen maavoimille tuotiin järjestelmällä mahdollisuus vaikuttaa myös maanalaisiin kohteisiin, mikä oli eräs liittouman suurimpia puutteita toisessa Persianlahden sodassa.

ATCAMS -ohjus on kooltaan pienempi kuin SS-21. Kantamaltaan (165-300km) ne kuuluvat lyhyen kantaman ballistisiin ohjuksiin. Osumatarkkuudeksi (CEP) uusimmalle Block 4 versiolle ilmoitetaan 10-50m:iä. Laukaisun jälkeen se kohoaa ilmakehän ulkopuolelle, jossa taistelukärki irrotetaan. Tämän jälkeen taistelukärki hakeutuu maaliinsa inertiaohjauksella, jota avustetaan GPS -paikannuksella. Tämä tekniikka on erilainen kuin venäläisissä ohjusjärjestelmissä käytetty. SS-21:ssä ja SS-X-26:ssa ei taistelukärkiä irroteta vaan ohjus pysyy kokonaisena kohteeseensa saakka. Irrotettua taistelukärkeä on helpompi hallita. Ohjuksen pitkän rungon aiheuttamaa huojuntaa ei ole sen palatessa takaisin ilmakehään. Toisaalta tässä tavassa tarvitaan kahta ohjausjärjestelmää. Ensimmäistä käytetään lähtövaiheessa ja toista loppulennon aikana. Lisäksi tarvitaan erillinen taistelukärjen irrotusmekanismi.

2.3 Ballististen ohjusten asettamat vaatimukset torjunnalle

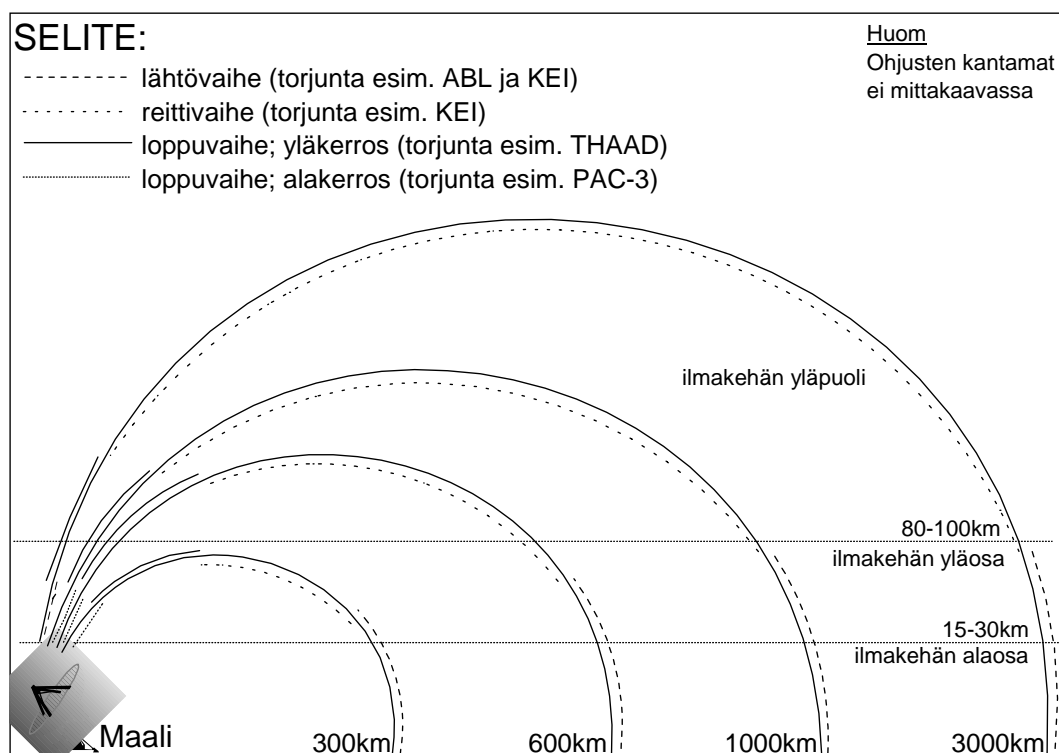
Ensimmäisen vaatimuksen ballististen ohjusten torjunnalle asettaa nykyaikaisten ohjusjärjestelmien liikkuvuus. Edullisin tilannehan olisi tuhota koko ohjusjärjestelmä ennen kuin se on ehtinyt laukaista ensimmäistäkään ohjusta. Esimerkiksi venäläisten valmistama SS-21 B-malli (Scarab), joka nostetaan laukaisukulmaansa vasta 15 sekuntia ennen laukaisua. Ammunnan valmistelu kestää lavetilla 16 minuuttia. Laukaisun jälkeen asemista irtaantuminen kestää vain 1,5 minuuttia. Järjestelmät ovat näin ollen liikkuvuutensa ansiosta erittäin vaikeita paikantaa ja tuhota maassa.³⁸

Periaatteessa ballistiset ohjukset ovat helppoja kohteita torjuttaviksi, sillä ne lentävät ballistista rataa. Erilaisin laskimin on yksinkertaista saada selville ballistisella radalla lentävän ohjuksen liikearvoista sen laukaisupaikka, ohjuksen paikka ajan suhteen, sekä ohjuksen maalialue. Nykyaikaiset ballistiset ohjukset aiheuttavat kuitenkin haasteita torjuntaan muuttuvalla lentoradallaan. Lyhyen kantaman ohjuksien lentoratoja voidaan muuttaa koko lennon ajan matalan lentokorkeutensa ansiosta. Ohjus ei poistu ilmakehästä missään lennon vaiheessa ja säilyttää näin ohjailtavuutensa. Lisäksi lennon loppuvaiheessa ohjuksella saattaa olla ohjustorjunnan väistön liittyviä ominaisuuksia. Esimerkiksi venäläinen SS-X-26 (Tender/Iskender-E) järjestelmän ohjus voinee väistellä ja hypähdellä lentoradallaan.³⁹

Ohjusten fyysiset ampumaetäisyydet vaikuttavat lentoratojen muotoihin, koska ne käyttävät erilaisia lentoaikoja, lentokorkeuksia ja tulonopeuksia lennon loppuvaiheessa. Myös ala- ja yläkorolaukaukset vaikuttavat lentorataan ja tulonopeuteen saman ohjusjärjestelmänkin sisällä. Myös taistelukärkeä uudelleen muotoilemalla ja erilaisten uusien materiaalien käytöllä on kyetty vaikuttamaan niiden käyttäytymiseen ilmakehässä. Edellä mainitut asiakokonaisuudet vaativat torjuntajärjestelmiltä kaikilta osilta erilaisia ominaisuuksia.⁴⁰

2.4 Ballististen ohjusten lentorata

Ballistiset ohjukset noudattavat kolmivaiheista lentoratareittiä. Lentorata jaetaan sen perusteella torjuntamielessä kolmeen eri vaiheeseen.



Kuva 2. Ballististen ohjusten lentorata ja torjuntavaiheet.

Lähtö- eli kiihdytysvaihe on vaikein jakso ohjuksen torjunnalle, koska aikaikkuna kohteen tuhoamiselle on vain minuutista viiteen minuuttiin. Kiihdytysvaihe alkaa laukaisuhetkestä, jolloin ohjuksen rakettimoottorit sysäävät monen tuhannen kg:n painoisen ohjuksen liikkeelle. Tämä hallittu räjähdys synnyttää ohjuksen perään jopa yli sadan metrin pituiset liekit, jotka ovat kuumuudeltaan tuhansia asteita. Ohjus liikkuu alussa suhteellisen hitaasti läpi alemman ilmakehän. Tällä pyritään välttämään ilmanvastuksen aiheuttamaa vastustusvoimaa. Ohjuksen saavuttua ylempiin kerroksiin, joissa ilma on ohuempaa, aloittaa ohjus varsinaisen kiihdytyksen huippunopeuteen. Huippunopeuden ohjus saavuttaa vasta poistuttuaan ilmakehästä avaruuteen. Avaruusvaiheen alussa, vielä ohjuksen kiihtyessä, ohjus muuttaa lentoratansa lopulli-

seksi. Lentorata muuttuu loivemmaksi, jotta ohjus saavuttaisi pitkän kantamansa. Jos ohjuksen rakettiosaa on rakennettu osioihin, irtoaa ensimmäinen osa heti, kun se on käyttänyt polttoaineensa loppuun. Näin ohjus tulee kevyemmäksi ja tarvitsee vähemmän voimaa kiihtyäksensä lisää. Tiettyssä ennakkoon valitussa kohdassa avaruutta kaikki polttoaine on käytetty ja ohjuksen moottorit sammuvat. Tässä pisteessä loppuu samalla ballistisen ohjuksen lennon kiihdytysvaihe. Ohjuksen taistelukärki tai taistelukärjet ovat saaneet suunnan ja nopeuden, jolla se saavuttaa aikanaan maalinsa.⁴¹

Kiihdytysvaiheessa on torjunnan kannalta etuna se, että ohjus on tällöin helpoin havaita ja jäljittää, koska purkautuvat pakokaasut ovat kirkkaita ja kuumia. Nykyaikaiset sensorit pystyvät nopeasti havaitsemaan ja tunnistamaan kohteen kiihdytysvaiheessa, mutta niiden täytyy sijaita riittävän lähellä ohjuksen laukaisualuetta. Paras vaihtoehtohan kohteen tunnistamiselle ja torjumiselle on ehdottomasti hetki, jolloin se on vielä kaukana maalialueestaan.⁴²

Reittivaihe ohjuksella alkaa, kun sen kantorakettien polttoaine on loppunut ja ohjus on aloittanut vapaalentonsa ilmakehän ulkopuolella. Ohjus on näin siirtynyt avaruusvaiheeseen. Tämä vaihe voi kestää aina 20 minuuttiin saakka. Kyseinen jakso antaa myös monia mahdollisuuksia ohjuksen torjuntaan. Ohjuksen työntövoima on lakannut ja ohjus on siirtynyt liukuun, jonka liiketila on muuttumattomin. Taistelukärki on kuitenkin kiihtyvässä liikkeessä vapaasti pudotessaan, ja saavuttaa ennen ilmakehää suurimman nopeutensa. Reittivaiheen tutkilla ja tunnistimilla on huomattavasti enemmän aikaa havaita ja tunnistaa maali, kuin kiihdytys- ja loppuvaiheen sensoreilla. Yhtä maalia voidaan yrittää torjua myös useampaan kertaan. Vastapainona täytyy muistaa kuitenkin, että hyökkääjäkin kykenee paremmin vastatoimenpiteisiin reittivaiheen aikana.⁴³

Loppuvaihe ohjuksen lentoradasta on erittäin lyhyt. Vaihe kestää puolesta minuutista minuuttiin. Se alkaa, kun ilmakehä alkaa hidastaa, kuumentaa ja polttaa ohjuksen osia ja mahdollisia valemaaleja. Ilmakehä hidastaa ja kuumentaa myös taistelukärkeä, mutta se on rakennettu kestäämään kovaa kuumuutta ja painetta. Taistelukärjen tulokulma maaliinsa on riippuvainen suurimmaksi osin siitä, kuinka pitkän matkan ohjuksesta on kyse. Pitkän kantaman ohjusten tulokulma on usein vähän yli kaksikymmentä astetta. Jyrkimmässä kulmassa, noin 45 astetta, kohteeseen saapuvat lyhyen kantaman ohjukset. Syynä pitkän kantaman ohjusten tulokulman pienuuteen on se, että maapallon pinta, jonka yli ne ovat tulleet, on muodoltaan pyöreä.⁴⁴

Loppuvaiheessa on viimeinen tilaisuus torjua ballistinen ohjus ennen kuin sen taistelukärki pääsee toimimaan kohteessaan. Taistelukärjen torjuminen on loppuvaiheessa erittäin vaikeaa

ja myös huonoin vaihtoehto kolmesta torjuntavaiheesta. Tähän on syynä se, että virheisiin ei juuri ole varaa ja torjunta tulee tapahtumaan lähellä ohjuksen maalia. Loppuvaiheen torjuntaan on kehitetty ja on kehitteillä kuitenkin monia järjestelmiä, koska nykyteknologialla on helpoin toteuttaa tähän vaiheeseen soveltuvia järjestelmiä.⁴⁵

3 BALLISTISTEN OHJUSTEN TORJUNNAN PERIAATTEET

3.1 Ballististen ohjusten torjunta

Ballististen ohjusten tuhoamiseen vaaditaan sen jokaisessa lennon vaiheessa seuraavia osaluokkia. Ohjus tai sen taistelukärki täytyy havaita ja erottaa kaikista muista mahdollisista harhamaaleista. Ammunnan hallinnan täytyy pystyä nopeasti päättämään mihin ammutaan, sekä maali täytyy saada tähtäykseen ja lopuksi vielä tuhottua taistelukärjellä tai laserin tuottamalla energialla.

3.2 Lähtövaiheen torjunta

Ballistisen ohjuksen torjuminen sen lähtövaiheessa suojelee kaikkia mahdollisia maaleja, joita vastaan sillä voitaisiin hyökätä. Ohjuksen tuhoaminen jo lähtövaiheen aikana olisi osa maailman laajuista puolustusta. Tuhoamalla ohjus tässä vaiheessa, estetään myös sen monikertaisen taistelukärkien vapauttaminen. Tuhoamalla ohjuksia jo lähtövaiheessa kevennettäisiin huomattavasti muihin torjuntavaiheisiin suunniteltujen järjestelmien taakkaa.⁴⁶

Lähtövaiheen torjunnassa (Boost Phase Defence) maalien havaitsemiseen käytetään useimmiten laveteissa, ilmassa tai avaruudessa olevia ip-sensoreita. Myös maatutkilla on suhteellisen helppo havaita lähtövaiheessa olevia ohjuksia. Niiden fyysinen koko on silloin vielä melkein yhtä suuri kuin esimerkiksi hävittäjillä. Havainnointia moderneilla tutkilla rajoittaa vain maan pyöreän pinnan muodon aiheuttama tutkahorisontti. Tutkien käyttö on kuitenkin kyseenalaista, koska ne voivat sijaita kaukana ballististen ohjusten laukaisupaikoista. Tutkien läheisyydessä olevat torjuntaohjukset eivät näin ollen ehdi lyhyen lähtövaiheen aikana tavoittaa maalejaan, vaan ohjukset ehtivät vapauttaa taistelukärkensä avaruuteen. Tutkalla on kuitenkin helppo tunnistaa kohteet ohjuksiksi. Mikään muu maali ei kiihdy eikä heijasta tutkakaikuja niin kuin ohjus. Ammunnanhallinnalta vaaditaan vähiten lähtövaiheen torjunnassa. Ohjus liikkuu vielä hitaasti, joten nopeita laskutoimituksia ei tarvita. Jos lähtövaiheen torjuntaan käytettäisiin ohjuksia, niiden nopeuden tulisi olla kolme kilometriä sekunnissa. Näin torjunta ehdittäisiin suorittamaan lyhyen kiihdytysvaiheen aikana, ja saavutettaisiin tarpeeksi pitkä kantama. Tämän hetkinen tekniikka rajoittaa kuitenkin ohjuksien nopeuksia, ja torjuntoihin suunnitellaankin käytettäväksi kineettistä energiaa tai suurtehoisia lasereita. Näillä järjestelmillä pyritään tuhoamaan ohjukset suoralla osumalla.⁴⁷

3.3 Reittivaiheen torjunta

Reittivaiheen torjuntajärjestelmien (Midcourse Phase Defence) tehokas käyttö edellyttää satelliittien ja maajärjestelmien saumatonta käyttöä. Tällä hetkellä vain USA:lta löytyy tähän resurssit ja edellytykset. Venäjä on kuitenkin tulossa mukaan ilmakehän ulkopuolella tapahtuvaan ballististen ohjusten torjuntaan omalla kehitystyöllään. Mannertenvälisten ohjusten käytön uhkakuvan laskettua, on kuitenkin reittivaiheen torjuntaan suunnattuja järjestelmä-hankkeita lakkautettu.⁴⁸

Ballististen ohjusten taistelukärkien torjuminen reittivaiheen aikana on haasteellisinta. Torjunnan kohteena tässä vaiheessa ovat järkevästi vain välimatkan ja mannertenväliset ohjukset niiden suhteellisen pitkän reittivaiheen ansiosta. Taktiset ballistiset ohjukset eivät kuulu reittivaiheella torjuttaviin ohjuksiin, koska niiden lentorata on hyvin matala. Ne eivät välttämättä poistu ilmakehästä edes lentoratojensa lakipisteissä.⁴⁹

Torjumisen tekee vaikeaksi se, että esimerkiksi laserin käyttö taistelukärkeä vastaan on suhteellisen tehotonta. Taistelukärjet on suunniteltu ja rakennettu kestämaan kovia kuumuuksia ja paineita. Ainoaksi vaihtoehdoksi jää ohjusten taistelukärkien torjuminen toisella taistelukärjellä. Vaikein osuus kuitenkin torjumisessa reittivaiheessa tulee olemaan ohjusten havainnointi ja tunnistaminen. Tähän haasteeseen on pyritty löytämään ratkaisuja uudesta teknologiasta.⁵⁰

Taistelukärkien etsiminen niiden reittivaiheessa on vaikeaa, vaikka tiedettäisiin suunnilleen mistä niitä pitäisi etsiä. Jäähdyttämättömät ip-sensorit jo olemassa olevissa satelliiteissa eivät kykene havaitsemaan vain kahdenkymmenen asteen lämpöisiä taistelukärkiä. Avaruuteen sijoitetut, lähtövaiheeseen tarkoitetut, laser-järjestelmät eivät myöskään sensoreillaan tähän tehtävään kykene. Voimakkaat maahan sijoitetut tutkat kykenevät havaitsemaan ohjukset reittivaiheessa. Ongelma kuitenkin on se, että yhdysvaltalaiset ja eurooppalaiset tutkat ovat liian kaukana ballististen ohjusten laukaisupaikoista. Ne eivät havaitse tarpeeksi ajoissa laukaistuja ohjuksia. Toisaalta tutkat ovat myös liian lähellä mahdollisia maalialueita. Tämän vuoksi onkin suunnitteilla kattava satelliittiverkosto, johon on sijoitettuna jäähdytettyjä lämpöherkkiä sensoreita havaitsemiseen ja tunnistamiseen. Jotta tutkilla kyettäisiin havaitsemaan ohjukset tarvittavan ajoissa, niiden tulisi olla erittäin tehokkaita ja samalla suuri kokoisia. Neuvostoliitto rakensi tällaisen suurikokoisen tutkan jo 1960-luvulla (NATO nimeltään Hen House). Sillä kyetään havaitsemaan taistelukärjet jo 3000 kilometrin etäisyydeltä. Sillä kyetään havaitsemi-

sen lisäksi jopa tunnistamaan taistelukärkiä. Tähän länsimaiset tutkat eivät kykene. Ne on rakennettu vain varoitusjärjestelmiksi.⁵¹

Kun ohjus on tunnistettu, täytyy saada nopeasti tietoa sen liiketilasta ja lentoradasta ammunnanhallinta järjestelmälle. Ammunnanhallinta järjestelmän tulee kyetä erittäin nopeaan tiedon keräämiseen, ja sen hyödyntämiseen nopeissa laskutoimituksissa. Käsitelty tieto tulee myös saada siirrettyä torjuntaohjuksen omille sensoreille. Mitä nopeammin ohjus saadaan laukaistua, sitä enemmän sillä on aikaa torjuntatehtävään. Mitä enemmän sillä on aikaa tehdä toimintojaan, sitä alkeellisempaa tekniikkaa niissä kyetään käyttämään.⁵²

Itse torjuntatehtävä pyritään toteuttamaan nykyään suoralla osumalla. Ennen 1980-lukua tehtävä suunniteltiin toteutettavaksi ydinasein. Haasteena torjumisessa on se, että suora osuma ei salli virhemarginaaleja. Lisäksi torjuntaohjuksella tulee olla suuri nopeus (noin 10 km/s), koska näin saadaan nostetuksi törmäyksessä vapautuvaa energian määrää. Ohjuksen taistelukärjen tulee myös olla erittäin kestävä materiaalia, että se ei vain tuhoudu törmäystilanteessa. Ratkaisuna tähän ongelmaan on toiminut köyhdytetty uraani. Torjuntaohjuksella tulee myös olla pitkä kantama. Sitä on pyritty kasvattamaan ohjuksia keventämällä, jolloin on säästetty polttoaineen kulutusta. Keventämisestä johtuen nykyään suunnitellaan torjuntaohjuksia, joissa ei ole erillistä taistelukärkeä.⁵³

3.4 Loppuvaiheen torjunta

Ballististen ohjusten torjuntaohjusjärjestelmät ovat suunniteltu ja rakennettu pääasiassa loppuvaiheen torjuntaan (Terminal Phase Defence). Tällöin torjuttava ohjus on saapunut jo takaisin ilmakehään. Näin torjuntaohjukselta ei vaadita pitkää kantamaa, eikä ominaisuuksia toimintaan ilmakehän ulkopuolella. Ohjaus voidaan toteuttaa siis vain ohjaussiivekkeillä. Torjunta tapahtuu ballistisen ohjuksen ollessa kaukaisimmillaan 40 kilometrin korkeudella. Torjuntaan voidaan kuitenkin kyetä vasta maalin ollessa jo viiden kilometrin korkeudella maan pinnasta. Jos torjuttava taistelukärki sisältää ydinlatauksen, täytyisi torjuntaan kyetä jo kuitenkin viimeistään 20 kilometrin korkeudella. Alempana tapahtunut torjunta voi vain jopa pahentaa taistelukärjen tuhovaikutusta.⁵⁴

Loppuvaiheen torjuntaan sisältyy runsaasti huonoja puolia, mutta myös hyviäkin. Torjunnassa tässä vaiheessa on vain kysymys siitä, että osutaan taistelukärkeen, joka on tulossa suoraan kohti. Lisäksi ilmakehä on tehnyt tehtävänsä ja poistanut kaikki mahdolliset harhamaalit. Loppuvaiheen torjunta on teoriassa hyvin yksinkertaista, eikä se vaadikaan torjuntajärjestelmien sensoreilta, pois lukien tutkat, kovin kehittyneitä ominaisuuksia.⁵⁵

Ballististen ohjusten saapuessa takaisin ilmakehään, ovat avaruuteen sijoitetut lämpösensorit jo havainneet ne lähtövaiheessa, sekä tehneet laskelmia niiden tulevista lentoradoista. Pitkän kantaman tutkat ovat tehneet havaintoja itse taistelukärjistä jo avaruusvaiheen alussa ja arvioineet tarkemmin niiden maalialueita. Reittivaiheen torjunta on jo mahdollisesti eliminoinut kohteita ja tuottanut lisää tietoa loppuvaiheen torjuntajärjestelmille.⁵⁶

Kuitenkin loppuvaiheen torjuntajärjestelmien tutkat viimeistään havaitsevat lähestyvät taistelukärjet. Ne tulevat näkyviin saavuttaessaan ilmakehän ylimmät kerrokset noin 40 kilometrin korkeudessa. Silloin ilmanvastus alkaa kuumentaa taistelukärkien pintakerrosta. Mitä pienemmällä tulokulmalla taistelukärki saapuu ilmakehään, sitä kauempaa se havaitaan kuumentamisen ansiosta. Pitkän kantaman ohjukset voidaan havaita pienen tulokulman ansiosta jo 150 kilometrin päästä. Lyhyen kantaman ohjukset näkyvät viimeistään noin 75 kilometrin etäisyydeltä jyrkän tulokulmansa vuoksi. Nykyisillä moderneilla tutkilla saadaan näkyviin kaiken tyyppiset taistelukärjet. Sillä ei ole väliä, kuinka teräväkärkisiä ja pienikokoisia ne ovat. Mutta kovan nopeutensa ansiosta, ei torjunnalle jää missään tilanteessa kuitenkaan aikaa kuin muutamia sekunteja.⁵⁷

Vaikka loppuvaiheen torjuntajärjestelmät olisivat saaneet tietoa saapuvista taistelukärjistä jo muilta järjestelmiltä, on niiden tunnistettava kohteensa omalla tutkalla. Ne seuraavat ilmakehään saapuneita kohteita ja samalla järjestelmä kykenee tekemään nopeasti saamiensa havaintojen perusteella päätöksen siitä, mikä kohteista on taistelukärki ja mikä esimerkiksi valemaali. Tunnistaminen tapahtuu sen perusteella, miten kappaleen nopeus hidastuu sen saavuttua ilmakehään. Valemaalit palavat lopulta kokonaan kitkavaikutuksen johdosta. Tunnistamisen kanssa samaan aikaan tapahtuu myös taistelukärjen tulevan lentoradan laskeminen. Heti kun se on saatu laskettua, tieto siirretään valmistellun torjuntaohjuksen tiedostoon. Laskutoimituksien ja tiedonsiirron täytyy olla huomattavasti nopeampaa kuin muissa torjuntavaiheissa. Kun torjuntaohjus laukaistaan saatujen arvojen perusteella, aikaa taistelukärjen tuhoutumiseen on vain noin 15 sekuntia.⁵⁸

Loppuvaiheen torjunnassa avaintekijä on se, kuinka nopeasti torjuntaohjus kykenee liikkumaan ja kuinka nopeasti se saavuttaa huippunopeutensa. Kun torjuntaohjuksen lentoaika on alle kymmenen sekuntia maaliinsa, se kykenee torjuntoihin 20 kilometriä kauempana kuin hitaammat torjuntaohjukset. Erolla on erittäin suuri merkitys, jos torjutaan kemiallisin asein, ydinasein tai biologisin asein varustettuja taistelukärkiä.⁵⁹

Torjuntaohjukset hakeutuvat yleisesti maaliinsa sen heijastavan tutkasäteilyn avulla. Lämpöön perustuva hakeutuminen ei ole mahdollista ilmakehässä, koska torjuntaohjuksen keulaosa kuumentuu samalla tavoin ilmanvastuksen vuoksi. Nykyään kehitetään yhä korkeammalla toimivia loppuvaiheen torjuntajärjestelmiä. Näissä uusissa järjestelmissä tulee mahdolliseksi myös lämpöön hakeutuvien ohjusten käyttö, koska ilmakehän kitkavaikutus yläkerroksissa kyetään poistamaan tehokkailla jäähdytyslaitteilla.⁶⁰

Torjuntaohjukset joutuvat tekemään tarvittavat liiketilan korjauksensa hyvin korkeissa nopeuksissa. Se tuottaa hyvin suuria rasittavia voimia ohjusten rungoille. Niiden materiaali täytyykin olla erittäin kestävä. Haasteena on kuitenkin saada ohjuksista tarpeeksi kevyitä ja kestäviä. Vaatimuksia lisää vielä taistelukärkiin lisätyt torjuntaa vaikeuttavat ominaisuudet, joita ovat esimerkiksi erilaiset väistöliikkeet, kuten korkkiruuvimaiset lentoradat loppuvaiheen aikana.⁶¹

Israel ja Venäjä lisännyt omiin torjuntaohjuksiinsa ominaisuuden, jolla lisätään onnistuneen torjunnan mahdollisuutta. Torjuntaohjukset mittaavat koko ajan etäisyyttä kohteeseensa. Jos etäisyys alkaa uudelleen kasvaa, ohjus laukaisee välittömästi siihen sijoitetun taistelulatauksen. Tällä se pyrkii ohi lennettyään silti tuhoamaan kohteensa. Onnistuminen on kuitenkin tässäkin tapauksessa vaikeaa korkean kohtaamisnopeuden vuoksi.⁶²

Loppuvaiheen torjuntaohjusjärjestelmät ovat pääosin maalle sijoitettuja (esim. Patriot PAC-3 ja S-300PMU-2), mutta myös merialuksiin sijoitettuja järjestelmiä kehitetään (esim. Aegis BMD). Järjestelmistä suurin osa on suunniteltu torjumaan lyhyen ja keskimatkan ballistisia ohjuksia.⁶³

Loppuvaiheen torjuntajärjestelmät voidaan jakaa kahteen lohkoon. Järjestelmät, jotka kykenevät torjuntoihin alle 20km:n korkeuksissa kutsutaan alatorjuntajärjestelmiksi (lower-tier system). Nämä järjestelmät ovat suunniteltu kohdetorjuntaan, kuten tukikohtien suojaamiseen. Järjestelmillä voi olla myös kyky muihin ilmatorjunnallisiin tehtäviin. Niitä voivat olla esimerkiksi risteilyohjuksien ja lentokoneiden torjunta. Yläkorkeuksissa, ilmakehän rajapinnas-

sa, toimivia järjestelmiä kutsutaan ylätorjuntajärjestelmiksi (upper-tier system). Pitkän kantamansa ansiosta nämä järjestelmät kykenevät myös aluutorjuntatehtäviin.⁶⁴

3.5 Ballististen ohjusten torjuntajärjestelmien kehitys

Yhdysvalloissa kotialueen suojaamisella ballistisilta ohjuksilta on pitkä historia. Ensimmäinen ohjustentorjuntaohjus Nike Zeus kehitettiin jo 1950- ja 1960-lukujen vaihteessa.⁶⁵ 1960-luvun lopussa käynnistettiin ydinaseeseen perustuva Safequard -puolustusohjelma, josta luovuttiin kuitenkin jo 1980-luvun alussa. Tällöin aloitettiin uuteen teknologiaan perustuva tähtiensota -projekti (SDI, Strategic Defence Initiative), joka ei kuitenkaan koskaan tuottanut operatiivisia asejärjestelmiä. Irakin hyökkäys taktisilla ballistisilla ohjuksilla liittouman joukkoja vastaa 1991 ja samanaikainen Neuvostoliiton hajoaminen ja pelko ballististen ohjusten päätyemisestä Yhdysvalloille vihamielisille valtioille kiihdytti uudelleen vauhtiin jo kerran jäädytetyn ohjuspuolustusohjelman. Yhdysvallat perustivat ohjuspuolustusvirasto Ballistic Missile Organization (myöhemmin Missile Defence Agency, MDA) koordinoimaan ballististen ohjusten puolustusjärjestelmää (Ballistic Missile Defence System, BMDS) kotialueelle ja sotatoimialueille Yhdysvaltain mantereen ulkopuolelle.⁶⁶

Tulevaisuuden ohjuspuolustus Yhdysvalloissa pyrkii ballististen ohjusten torjuntaan niiden jokaisessa lennon vaiheessa. Siihen liittyvät kiinteästi sensorijärjestelmät maalla, merellä, ilmassa ja avaruudessa. Lähtövaiheen torjuntoihin pyritään lennokeista, lentokoneista, maalta ja mereltä laukaistavilla kiihdytysvaiheen torjuntaohjuksilla (Kinetic Energy Interceptor, KEI) sekä lentokoneeseen sijoitetulla laseraseella (Air Borne Laser, ABL). Reittivaiheessa tullaan käyttämään maalta avaruuteen ammuttavia reittivaiheen torjuntaohjuksia (Ground Based Interceptor, GBI), avaruuteen sijoitettua torjuntajärjestelmää (Multiple Kill Vehicle) sekä mereltä laukaistavaa torjuntaohjusjärjestelmää (Aegis Ballistic Missile Defence). Loppuvaiheen torjunta tullaan toteuttamaan monikerroksisella järjestelmällä. Siihen kuuluvat yläilmakehän torjuntaohjukset (Kinetic Energy Interceptor, KEI ja Terminal High Altitude Area Defence, THAAD) ja maalta ja mereltä ammuttavat alailmakehän torjuntaohjukset (PAC-3 ja Standard Missile 3). Torjunnan nähdään olevan tehokkainta kun ohjusta torjumassa on useita eri asejärjestelmiä. Yhden järjestelmän häirintä, epäonnistunut torjunta tai tuhoutuminen ei estä onnistunutta torjuntaa.⁶⁷ PAC-3 -järjestelmä tulee olemaan siis kokonaisuuden viimeinen järjestelmä, jolla on mahdollisuus onnistuneeseen torjuntaan muiden järjestelmien siinä epäonnistuttua. Tämä seikka tulee huomioida arvioidessa kyseistä järjestelmää.

Venäläiset aloittivat oman ballististen ohjusten puolustusjärjestelmän kehittämisen jo muutamaa vuotta ennen Yhdysvaltoja. Vuonna 1962 aloitetun hankkeen tarkoituksena oli luoda kattava ydinaseeseen perustuva ohjuspuolustus pääkaupunki Moskovan alueelle. Järjestelmään tuli kuulumaan suurikokoiset ”Dog House”, ”Cat House” ja ”Hen House” valvontatutkat sekä Galosh -torjuntaohjukset. Kuitenkaan järjestelmästä ei saatu tehokasta tutkien katveiden ja vähälukuisten ohjusten vuoksi. Vuonna 1978 aloitettiin uudistustyöt, jossa puolustuksesta luotiin kaksikerroksinen uudella Gaselle -ohjuksella. Uusia vaiheistettuja tutkia myös lisättiin järjestelmään. Osaltaan Neuvostoliiton hajoamisen ja ohjuksien lukumäärän 100 rajoittavan vuonna 1974 tehdyn sopimuksen vuoksi järjestelmää ei ole koskaan saatu länsimaisten arvioiden mukaan tehokkaaksi. Siitä ollaankin vihdoinkin luopumassa lähivuosien aikana ja tilalle tullaan sijoittamaan uusia torjuntaohjusjärjestelmiä, kuten S-300PMU-2 ja S-400.⁶⁸

4 PATRIOT PAC-3 TORJUNTAJÄRJESTELMÄ

4.1 Kehitys

MIM-104 Patriot on Yhdysvaltain armeijan pääasiallinen ilmatorjuntaohjus (Surface-to-Air Missile, SAM). Tätä maasijoitteista loppuvaiheen alatorjuntajärjestelmää käyttää myös useat Yhdysvaltain liittolaisvaltiot. Patriot järjestelmä on korvannut Yhdysvaltain armeijan Nike Hercules- ja Hawk- ohjustorjuntajärjestelmät. Nämä järjestelmät olivat tarkoitettu pääasiassa toimimaan ilma-aluksia vastaan. Erityisenä tehtävänä oli korkealla lentävien pommittajien torjunta. Patriot järjestelmällä on tämän lisäksi kyky myös torjua ballistisia ohjuksia, mikä onkin nykyään sen päätehtävänä.⁶⁹

Yhdysvaltain ilmavoimien työskennellessä oman ohjustorjuntahankkeensa parissa, julkaisi vuonna 1949 Yhdysvaltain maavoimat virallisen hankkeen maaperustaisen ohjustorjuntajärjestelmän kehittämiseksi. Tämä johti projekti Platon syntymiseen 1950 -luvun alussa. Jatkuvasti lisääntyvät ja vaihtuvat vaatimukset synnyttivät lopulta 1960-luvun vaihteessa kuitenkin uuden maavoimien ilmapuolustusjärjestelmä hankkeen (Army Air Defence System for 1970's, AADS-70's). Tähän suunnitelmaan myös Plato projektikin sulautettiin. Lokakuussa 1964 Yhdysvaltain puolustusministeri muutti edelleen projektin nimen maasta ilmaan laukaistavan ohjuksen kehittämistyöksi (Surface-to-Air Missile, Development, SAM-D).⁷⁰ Kehittämistyön vastuu annettiin Alabamassa sijaitsevalle Redstone Arsenal- yhtiölle, joka oli jo aikaisemmin tuottanut Safeguard-ABM järjestelmän, sekä osia Spartan ja Sprint ohjuksiin. Kilpailutuksen jälkeen järjestelmän päävalmistajaksi valittiin vuonna 1967 Yhdysvaltalainen Raytheon yritys.⁷¹

Kehitystyön tuloksena vuonna 1969 laukaistiin ensimmäinen SAM-D ohjus. Vuonna 1975 ohjuksella suoritettiin ensimmäinen onnistunut torjunta testeissä USA:n White Sands Missile Range testialueella. Onnistuneiden testien jälkeen järjestelmä siirrettiin kokonaisvaltaiseen kehitykseen vuonna 1976. Samana vuonna järjestelmän nimi myös vaihdettiin Patriotiksi Yhdysvaltain kaksisataavuotisjuhlien kunniaksi. Nimi on kuitenkin myös lyhennys sanoista "Phased Array Tracking to Intercept Of Target".⁷²

MIM-104 Patriotin tuotantosuunnitelmat, joihin kuuluivat uutta teknologiaa edustava monitoimitutka ja Track-Via-Missile- ohjautusjärjestelmällä varustettu ohjus, viivästyivät alussa rahoituksen puutteen johdosta aina vuoteen 1973 asti. Tällöin allekirjoitettiin 57,8 miljoonan dollarin sopimus valmistajan kanssa tuotannon aloittamisesta. Ensimmäiset Patriotin ohjukset toimitettiin jo vuonna 1981 ja ensimmäinen operatiiviseen käyttöön soveltuva järjestelmä valmistui elokuussa vuonna 1984. Järjestelmä lähetettiin myöhemmin saksaan ja se hyväksyttiin NATO:n operatiiviseksi asejärjestelmäksi vuonna 1985.⁷³

4.2 Patriot- ohjusjärjestelmän versiot ja niiden käyttämät ohjukset

Patriotia oli modifioitu alkuperäisestä jo ennen sopimusta sen tuotantoon ottamisesta. Järjestelmää kehitettiin jatkuvasti myös sen ollessa operatiivisessa käytössä. Muutoksia tehtiin pääasiassa ohjelmistopäivityksin ja atk-laitteistoja uusimalla. Ensimmäisessä tuotantoversiossa oleva ohjus MIM-104A tunnetaan ”Standard” nimellä. Se suunniteltiin ainoastaan torjumaan lentokonemaaleja. Vaatimus ballististen ohjusten torjumiseen palautettiin kuitenkin ohjelmaan 1980-luvun lopussa ennen kaikkea Neuvostoliiton uuden SS-21 -ohjuksen johdosta. Tällöin vaatimuksiin lisättiin myös jo operatiivisessa käytössä olevalle ohjukselle omasuojatorjuntakyky edellä mainittua uhkaa vastaan.⁷⁴ Järjestelmälle tuotiin kyky omasuojatorjuntaan päivittämällä se uudella ohjelmistolla (The second Post Deployment Build, PDB-2). Päämuutos oli tutkan uusi ohjelmisto. Siihen lisättiin ballististen ohjusten havaitsemiseen oma toimintonsa. Päivitetty versio Patriot Advanced Capability-1 (PAC-1) kykeni nyt myös rajoitettuun yhteistoimintaan Hawk -järjestelmän kanssa.⁷⁵

1980-luvulla Patriot PAC-1 -järjestelmään tehtiin vielä muutamia muutoksia ennen kokonaan uutta versiota. Suurimpana uudistuksena järjestelmälle luotiin kyky torjua tykistön raketinheittimien ammuksia, koska raskaiden raketinheittimien (Multiple Launch Rocket System, MLRS) muodostama uhka nähtiin vahvana Etelä-Koreaa vastaan. Ominaisuutta ei kuitenkaan koskaan käytetty ja se poistettiin myöhemmin järjestelmän ominaisuuksista pois lukien Etelä-Korean omista versioista. Toisena suurempana uudistuksena käyttöön otettiin modifioitu MIM-104B (Anti Stand-Off Jammer, ASOJ) ohjus. Passiivista hakupäätä käyttäen sillä oli tarkoitus torjua elektronisen tiedustelun ja häirinnän lentokoneita.⁷⁶

Patriot Advanced Capability-2 oli järjestelmän toinen suuri laajennus. Se valmistui juuri ennen vuoden 1991 Persianlahden sotaa (Desert Storm). PAC-2 -järjestelmän ensimmäiset MIM-104C -ohjukset toimitettiin operaatioon elokuun alussa vuonna 1990.⁷⁷ Ohjuksen taistelulataus oli suurempi ja se oli saanut uuden komento-osan. Sen sytytin toimi myös nopeammin ja tarkemmalla ajastuksella. Järjestelmällä kykeni ampumaan nyt kaksi ohjusta samaan maaliin 2-3 sekunnin porrastuksella. Tutkan toimintatapaa myös muutettiin uudella ohjelmistolla. Näillä muutoksilla pyrittiin lisäämään ballististen ohjusten torjuntakykyä ja -varmuutta. 18. tammikuuta vuonna 1991 PAC-2 ohjus torjui onnistuneesti Irakilaisen Al Hussein SCUD -ohjuksen. Siitä tuli samalla maailman ensimmäinen ilmatorjuntajärjestelmä, joka kykeni torjumaan taktisen ballistisen ohjuksen. Tällä todistettiin ainakin se, että ohjusten torjuminen on ylipäänsä mahdollista.⁷⁸ Operaation aikana laskettiin järjestelmälle 41 onnistunutta torjuntaa. Sodan jälkeisissä tutkimuksissa kuitenkin Patriot järjestelmän tehokkuus kyseenalaistettiin. Ohjusten torjuntaprosentti laski huomattavasti sodan aikaisista oletuksista, koska suurin osa lasketuista torjunnoista johtuikin Al Hussein -ohjusten toimintahäiriöistä tai vioista.⁷⁹

Patriot PAC-2 -järjestelmää modifioitiin edelleen 1990-luvun loppuun mennessä. Operaatio ”Iraqi Freedomiin” vuoteen 2003 mennessä järjestelmä oli saanut uusia ohjustyyppejä. PAC-2 -ohjuksen rinnalle kehitettiin aluksi ohjaukseltaan parannettu GEM -ohjus (Guidance Enhanced Missile). Sen sytytin oli vaihdettu nopeammin toimivaan versioon. Ohjuksen tutkan erottelukykyä oli myös parannettu, mikä helpotti häiveominaisuuksin (Stealth) varustettujen maalien löytämistä. Vielä ennen Irakin operaation alkua käyttöön saatiin GEM/T ja GEM/C versiot. T-malli oli modifioitu PAC-2 -ohjuksesta ja oli tarkoitettu ballististen ohjusten torjumiin. C-malli oli puolestaan GEM -ohjuksen uusi versio, jonka kärkeä oli vaihdettu kokonaan uuteen. Se oli suunniteltu toimimaan risteilyohjuksia vastaan. Vuonna 2002 Raytheon tuotti vielä yhden uuden ohjustyyppin PAC-2 -järjestelmälle, joka oli myös yhteensopiva uuden Patriot PAC-3 -järjestelmän kanssa. Tämä GEM+ -ohjus pohjautui aiempaan PAC-2 -ohjukseen.⁸⁰

”Iraqi Freedom” operaatioon vuonna 2003 Yhdysvaltain maavoimat saivat käyttöönsä uusimman käytössä olevan järjestelmän version, joka tunnetaan nimellä Patriot Advanced Capability-3 (PAC-3). Tämä on suurin koko Patriot -järjestelmän historian aikana toteutettu uudistus. Kehitystyö aloitettiin jo vuoden 1999 jälkipuoliskolla 143 miljoonan dollarin sopimuksella valmistaja Lockheed Martinin ja alihankkijoiden Raytheonin ja Boeingin kanssa. Kehitystyö suunniteltiin toteutettavaksi kolmessa eri vaiheessa sen laajuuden johdosta. Ensimmäinen 16 kappaleen MIM-104F (PAC-3) -ohjuserä toimitettiin Yhdysvaltain maavoimille jo syyskuussa 2001. Maavoimat olivat välittömästi oikeutettuja 72. ohjuksen vuotuisen valmistus-

määrään, mutta hallitus lisäsi vuonna 2003 määrän 96. ohjukseen vuodessa.⁸¹ Ensimmäiset tuliyksiköt otettiin operatiiviseen käyttöön maaliskuussa vuonna 2003. ”Iraqi Freedom” operaation aikana PAC-3 -ohjuksilla torjuttiin onnistuneesti kaksi Irakista ammuttua taktista ballistista ohjusta. Suurena erona vanhempiin järjestelmän versioihin torjunnat toteutetaan PAC-3 -ohjuksilla suoraan osumaan (hit-to-kill) perustuvalla tuhoamisella. Sodan aikana ei ammuttu pitemmän kantaman ballistisia ohjuksia, joten PAC-3 -järjestelmän tehoa niihin ei voitu vielä sotatoimissa todeta.⁸² Järjestelmässä havaittiin kuitenkin puutteita, jotka johtivat kahteen uhreja vaatineeseen onnettomuuteen. Torjunnan kohteiksi joutuivat järjestelmän vikojen ja operaattoreiden virheiden johdosta Ison-Britannian RAF Tornado GR4A ja Yhdysvaltain F/A-18 Hornet.⁸³

Irakin operaation jälkeen PAC-3 -järjestelmää on kehitetty saatujen sotakokemusten perusteella. Maavoimat uudistivat myös miehistön koulutusohjelman. Valmistaja Lockheed Martinin kanssa solmittiin vuoden 2004 alussa 505 miljoonan dollarin sopimus 159 PAC-3 -ohjuksen tuotannosta, joka sisälsi myös Irakissa ammutut ohjukset. Ohjuksien testiohjelmaa jatkettiin White Sands Missile Rangen testialueella heti vuoden 2004 alkupuoliskolla. Testiohjelman tarkoituksen on lisätä ohjuksen toimintavarmuutta, sekä saada ohjukselle kyky torjua yhä pitemmän matkan ballistisia ohjuksia, kuten Pohjois-Korean keskipitkän kantaman No-dong 1 -ohjuksia. Tätä varten on aloitettu myös uuden PAC-3 MSE (Missile Segment Enhancement) ohjusversion kehittäminen 260 miljoonan dollarin sopimuksella Lockheed Martinin yhtiön kanssa.⁸⁴ Kyseisessä ohjuslaukauksessa olisi suurempi kaksivaiheinen rakettimoottori ja suuremmat ohjaussiivekkeet. Siivekkeet taittaisivat niin, että ne mahtuisivat nykyisen PAC-3 -ohjuksen laukaisusäiliöihin. Ohjus kykenisi torjumaan maalinsa kauempaa ja korkeammalta, sekä pystyisi liikehtimään nopeammin. Ensimmäiset torjuntakokeilut on suunniteltu vuodelle 2007.⁸⁵

PAC-3 -ohjus valittiin vuoden 1999 aikana myös tulevan MEADS (Medium Extended Air Defence System) ilmatorjuntaohjusjärjestelmän pääaisalliseksi ampumatarvikkeeksi.⁸⁶ Järjestelmää tulee käyttämään tulevaisuudessa ainakin sen kehittäjämaat, joihin kuuluvat Yhdysvallat, Saksa ja Italia.⁸⁷ MEADS:n on arvioitu tulevan operatiiviseen käyttöön 2012- 2014. Kehittäjämaat ovat myös harkinneet korvaavansa PAC-3 -ohjukset mahdollisesti tulevilla PAC-3 MSE -ohjusversiolla.⁸⁸

Tällä hetkellä Patriot järjestelmiä käyttäviä maita on jo useita. Sillä operoi Yhdysvaltain lisäksi mm. Saksa, Espanja, Israel, Kuwait, Saudi-Arabia, Taiwan, Japani, Hollanti, Kreikka ja Etelä-Korea. Keskusteluja järjestelmien ostoista ovat myös käyneet esimerkiksi Egypti, Turkki ja Espanja.⁸⁹ Myös uusinta Patriot PAC-3 järjestelmää on jo myyty ulkomaille. Tilauksen järjestelmästä ovat ainakin tehneet Hollanti ja Japani.⁹⁰ Taiwan on myös tehnyt tilauksen kuuden neljä laukaisulavettia sisältävän PAC-3 tuliyksikön ostamisesta. Myös Intia on suunnittelemassa omaa ohjuspuolustustaan, jonka pääjärjestelmänä toimisi Patriot PAC-3.⁹¹

Yhdysvaltain ohjustorjuntavirasto (MDA) on arvioinut PAC-3 -järjestelmän elinkaareksi 30 vuotta. Tämän jälkeen järjestelmä tullaan poistamaan käytöstä ja mahdollisesti joitakin sen osakokonaisuuksista tullaan sijoittamaan edelleen muiden Yhdysvaltain hallituksen virastojen alaisuuteen. Osiltaan se voidaan myös myydä ulkomaille.⁹²

4.3 Pataljoonan ja tuliyksikön kokoonpano

Kappaleessa kuvataan Patriot pataljoonan ja siihen kuuluvien tuliyksiköiden kokoonpano. Siinä myös selvitetään kokoonpanoon kuuluvien tärkeimpien eri osakokonaisuuksien tehtävät. Liitteinä 2 on kuva pataljoonan esikunnan ja esikuntakomppanian kokoonpanosta ja liitteenä 3 kuva tulipaterin kokoonpanosta

4.3.1 Pataljoonan kokoonpano

Pataljoonaa johtaa pataljoonan komentaja, joka on sotilasarvoltaan yleisesti everstiluutnantti. Apunaan hänellä on pataljoonapääseeri. Pataljoonaan kuuluu yleisesti esikunnan lisäksi esikuntakomppania ja viisi tulipatteria. Se voi käsittää myös enemmän tai vähemmän tuliyksiköitä tilanteen- ja tehtävänmukaisesti. Vahvuudeltaan pataljoona on noin 600 sotilasta.⁹³

Esikunnan ja esikuntakomppanian yhdessä muodostama kokonaisuus on pataljoonan taktinen ja hallinnollinen johtoporras. Se sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan siten, että se kykenee kootusti tukemaan pataljoonan taistelua ajallisesti sekä paikallisesti. Esikunta tukee pataljoonan taistelua johtamistoiminnalla, tilannekuvan luomisella ja huollollisilla toimenpiteillä. Se käsittää komentojoaoksen, tiedustelu/operaatiojoaoksen (S2/S3), henkilöstö ja huoltojoaoksen (S1/S4), tulenkäytön johtamiskeskuksen (FDC), viestijoukkueen, lääkintäjoaoksen sekä hengellisen osan.⁹⁴

Komentojaos vastaa pataljoonan kokonaisvaltaisesta johtamisesta. Komentajan lisäksi siihen kuuluu pataljoonapääseeri ja useita toimialapääseereitä. Tiedustelu/operaatiojaos (S2/S3) vastaa pataljoonan tiedustelutoiminnasta, tilannekuvan luomisesta, taktisesta operoinnista sekä tulenkäytön johtamisesta. Tulenkäytön johtamisen suorittaa jaokseen kuuluva tulenkäytön johtamiskeskus (FDC). Se kykenee johtamaan Patriot- tuliyksiköiden lisäksi tarvittaessa myös THAAD patteriston tulenkäyttöä. Keskus vastaa myös pataljoonan johtokeskuksen (ICC) operoinnista. Kolmen hengen miehistö kolmessa vuorossa pitää yhteyttä ylempään johtoportaan sekä alueen muihin pataljooniin. Yksikkö vastaa tiedonvaihdesta sekä valmistautuu toimimaan tarvittaessa prikaatin taktisena operaatiokeskuksena. Tiedustelu/operaatiojaoksen tehtäviin kuuluu myös pataljoonan taktisen johtamisen järjestelmän (TCS) operointi. Vuorokauden ympäri tapahtuva johtamistoiminta toteutetaan kolmessa kolmen operaattorin vuorossa. Taktinen valvontapääseeri (TCO) vastaa järjestelmän operoinnista apulaisvalvojan (TCA) avustuksella. Viestijärjestelmän käytöstä vastaa kolmas operaattori.⁹⁵

Esikuntakomppania käsittää komento- ja kunnossapitojaokset. Komentojaos johtaa yksiköiden täydennystoimintaa sekä ruokahuoltoa. Lisäksi vastaa tulenkäytön johtamiskeskusten puolustamisesta Stinger -ilmatorjuntaohjusryhmillään. Kunnossapitojaos vastaa koko pataljoonan ajoneuvojen ja virtalähteiden huollosta, sekä polttoainetäydennyksistä.⁹⁶

4.3.2 Tuliyksikön kokoonpano

Tuliyksikköä johtaa patterin päällikkö, joka on sotilasarvoltaan yleisesti kapteeni. Patterin kokoonpanoon kuuluvat komentojaos, tulenjohtajaos, ohjusjaos sekä täydennysjoukkue. Vahvuudeltaan tuliyksikkö on 70-90 sotilasta.⁹⁷

Komentojaos perustaa yhdessä esikunnan kanssa patterin komentopaikan (BCP), jota operoi kerrallaan kaksi operaattoria kolmessa eri vuorossa. Sen toiminta tukee patterin taistelunjohtokeskuksen (ECS) toimintaa suunnittelutyöllä, sekä pitää yllä ja jakaa patterin tilannekuvaa. Jaos vastaa myös patterin täydennys- ja huoltotoiminnasta.⁹⁸

Tulenjohtojaokseen kuuluvat komentoryhmä, tulenjohtoryhmä sekä kaksi ohjusampumalaitetta. Tulenjohtoryhmän kalusto sisältää taistelunjohtokeskuksen (ECS), tutka-aseman (RS), voimakoneen (EPP) ja antennimastoryhmän (AMG). Taisteluiden aikana vain taistelunjohtokeskus on miehitettynä. Sitä operoi yhtäaikaaisesti kolme operaattoria kolmessa vuorossa. Keskus johtaa kaikki patterin torjuntatehtävät ja vastaa yhteistoiminnasta pataljoonan tiedonhallintakeskukseen. Jaoksen kaksi ohjusryhmää (MANPAD) vastaavat patterin lähisuojaamisesta.⁹⁹

Ohjusjaos sisältää komentoryhmän sekä neljä laukaisualustaa. Jokaisella alustalla on kaksi valmisteltua tuliasemaa. Jokaisen laukaisualustan käyttämiseen on varattu kolme henkilöä. He vastaavat laukaisualustojen siirroista sekä tulisasemien tiedusteluista ja valmisteluista.¹⁰⁰

Täydennys joukkue koostuu joukkueen johtopaikasta ja täydennysryhmistä. Joukkuetta johtaa huoltojoukkueen johtaja apunaan joukkueen varajohtaja. Täydennysryhmät vastaavat oman toimialan mukaisista tuliyksikön täydennyksistä pois lukien ohjustäydennykset. Niistä vastaa pataljoonan esikunnan huoltojaos S4.¹⁰¹

4.4 Pataljoonan ja tuliyksikön osakokonaisuudet

Kappaleessa selvitetään millaisiin osakokonaisuuksiin pataljoona jakaantuu johto-osiltaan tuliyksiköt mukaan lukien. Esille tuodaan myös kuinka järjestelmän osat toimivat keskenään ja miten johtamisyhteydet on toteutettu järjestelmän sisällä. Liitteenä 4 on Patriot PAC-3 pataljoonan osakokonaisuudet.

Pataljoonan johto-osat ovat sijoitettuna kahteen eri toimipisteeseen. Pataljoonan johtokeskus (ICC), joka toimii operaation johtokeskuksena, on sijoitettuna kevytrakenteiseen suojattuun konttiin kuorma-auton alustalle. Kontti on suojattu elektromagneettisilta pulsseilta (EMP). Työskentely on mahdollista myös taisteluaineiden vaikutuspiirissä ilmastointi ja ilmanpuhdistusjärjestelmän ansiosta. Tarvittava sähkö tuotetaan välineistölle kalustoon kuuluvalla hinattavalla 30 kW:n generaattorilla (EPU). Keskuksesta löytyy kaksi tietokonepäättää kahdelle järjestelmän operaattorille, jotka vastaavat pataljoonan torjuntatehtävän suorittamisesta. Työasema löytyy myös viestintä- ja johtamisjärjestelmää hallinnoivalle operaattorille. Konttiin on sijoitettu myös useita muita johtamiseen tarvittavia tietoliikenne ja viestintä välineitä. Johtokeskus on vastuussa tuliyksiköiden valvonnasta sekä torjuntatehtävien jakamisesta tuliyksiköihin. Jakaminen sisältää maalien seurantojen tarkistamisen ja yhdistämisen, torjuttavien

maalien tärkeysjärjestyksen luomisen, maalien tunnistamisen ja omien koneiden torjumisen estämisen.¹⁰²

Taktisen johtamisen järjestelmä (TCS) on sijoitettuna samankaltaiseen konttiin kuorma-auton alustalle, kuin pataljoonan johtokeskuskin. Tämä järjestelmä mahdollistaa komentajalle pataljoonan taktisen johtamisen ja tilanteen seuraamisen reaaliajassa. Tilasta löytyy tehtävien suunnitteluun ja tilanteen seuraamiseen tarvittavat apuvälineet tietokonepääteineen. Järjestelmää operoi kolme operaattoria kerrallaan. Järjestelmään kuuluu ilma- ja ohjuspuolustus työasema (AMDWS) sekä taktisen suunnittelun työasema (TPW). Taktisen suunnittelun työasemalla kyetään seuraamaan ilma- ja taistelutilannetta sekä lähettämään valmisteltua dataa johtokeskukseen (ICC). Ilma- ja ohjuspuolustus työasema mahdollistaa pataljoonan taistelun ja huoltotilanteen seuraamisen. Lisäksi sen apuvälineillä voidaan suunnitella tulevaa tehtävää ja testata suunnitelmia sotapelin muodossa. Sanomien ja taistelusuunnitelmien lähettäminen ja vastaanottaminen on myös mahdollista.¹⁰³

Pataljoonan liittää viesti- ja johtamisjärjestelmään välitysryhmät (CRG), joiden kalustot ovat sijoitettuna samanlaisiin kontteihin ja kuorma-autoalustoihin kuin johtokeskukset. Kalustoon kuuluvat salausjärjestelmät, sekä monikanavaisen liikenteen johtokeskuksen (ICC) ja tuliyksiköiden (FU) välillä mahdollistavat viestintävälineet. Välitysryhmä kykenee toimimaan myös laukaisualustojen johtamisaseman tavoin, mikä mahdollistaa kauko-ohjatut ohjusten laukaisut pataljoonassa. Kalusto tarjoaa myös liityntäpisteet Patriot- järjestelmän ulkopuolisille liittyjille, kuten THAAD- yksikkö, puheen ja datan välitykseen kahdensuuntaisesti. Kalusto saa tarvitsemansa sähkön kalustoon kuuluvan hinattavan 30 kW:n generaattorin (EPU) kautta.¹⁰⁴

Pataljoonaan kuuluu lisäksi useita huolto- ja täydennysosia. Kahdessa vedettävässä perävau- nussa sijaitsevat huoltoon ja testaukseen tarvittavat välineistöt sekä pienikokoiset varaosat. Suuremmat ja raskaammat varaosat kuljetetaan ja varastoidaan HEMTT M977 kuorma- autossa, joka on varustettu myös nosturilla. Ohjustäydennysten suorittamiseen ja ohjusten lataamiseen laukaisualustoihin käytetään HEMTT M985 raskasta kuorma-autoa (GMT). Se on varustettu lastaukseen ja lataukseen soveltuvalla nostolaitteella.¹⁰⁵

Tuliyksikkö koostuu useasta eri osakokonaisuudesta. Patterin taktinen johtamisen mahdollistaa komentopaikka-ajoneuvo (BCP) kalustoineen. Tulenjohtollisia osia ovat patterin taistelunjohtokeskus (ECS), tutka-asema (RS) sekä antennimastoryhmä (AMG) kalustollaan. Yksikön kahdeksan laukaisualustaa (LS) ohjuksineen ovat yksi iso kokonaisuus. Tarvittava sähkö tuotetaan yksikköön kuuluvalla sähkövoimakoneella (EPP III). Kalustoon kuuluu kiinteästi myös huolto ja täydennys osia. Tuliyksikkö saavuttaa liikkeellelähtövalmiuden ampumavalmiudesta noin 30 minuutissa. Tulivalmius saavutetaan liikkeestä puolestaan noin 45 minuutissa.¹⁰⁶

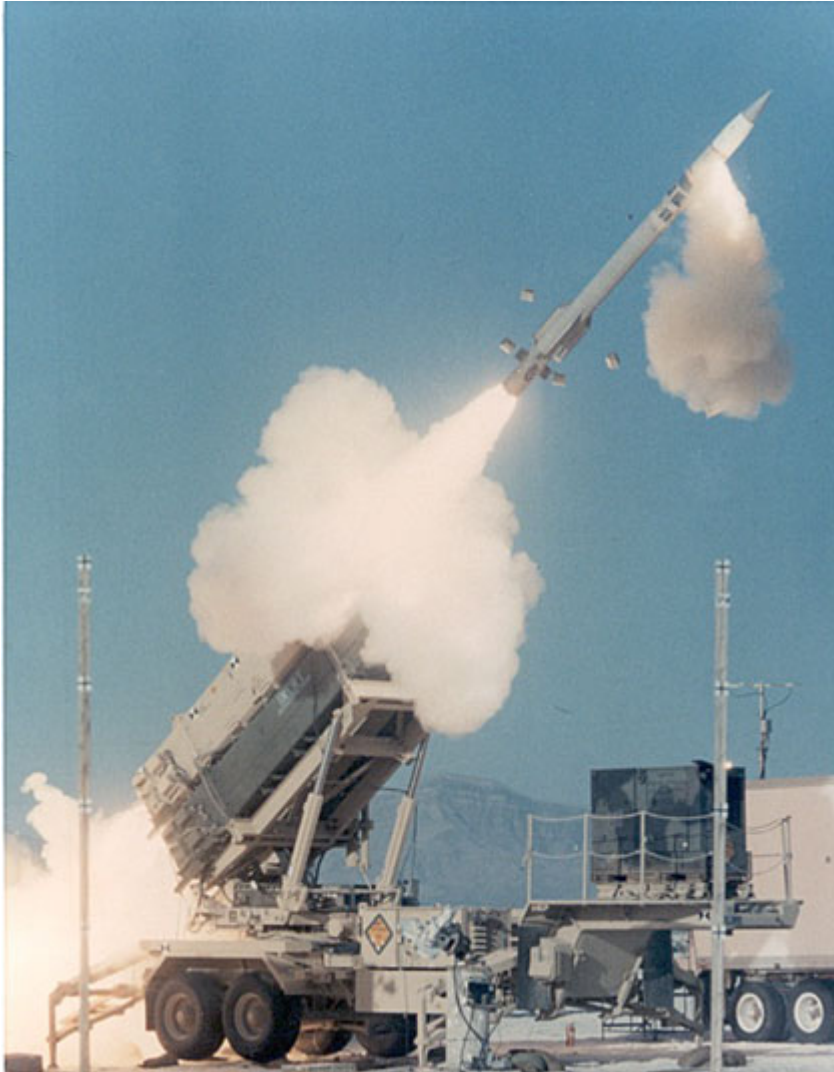
Patterin johtopaikka (BCP) luo edellytykset patterin päällikön tuliyksikön taktiseen johtamiseen. Päälliköllä ja muulla henkilöstöllä on käytössään tarvittavat työasemat ja suojatut viestiyhteydet. Kalusto on sijoitettuna HMMWV maastoajoneuvoon. Ajoneuvoon on sijoitettu kiinteä telta (DRASH), joka voidaan rakentaa työtilaksi ajoneuvon takapuolelle. Johtopaikkaa operoi jatkuvasti kaksi operaattoria kolmessa vuorossa. Johtopaikalla kyetään suunnittelemaan tulevaa tehtävää pataljoonan tiedonhallintakeskuksen tapaan. Lisäksi johtopaikalle saadaan vastaanotettua ennakkovaroitukset sekä reaaliaikainen tilannekuva TADIL-J- linkki-järjestelmän kautta.¹⁰⁷

Taistelunjohtokeskus AN/MSQ-104 (ECS, ”The Van”) on tuliyksikön toiminnan keskus. Se on sijoitettu EMP -suojattuun konttiin M927 kuorma-auton alustalle. Aseman ammunnanhallintatietokone (WCC) on Patriot -järjestelmän päätietokone. Se laskee tarvittavat laskutoimitukset torjuntaan liittyen ja määrittää järjestelmän mahdollisia vikoja. Tarvittavat tiedot päätietokone saa taisteluiden aikana tutka-asemalta, joka lähettää havaitsemis- ja seurantatietonsa järjestelmälle. Järjestelmän pääoperaattori käyttää tätä päätietokonetta työskentelyynsä. Operaattorin tehtävänä on tunnistaa ja luokitella maalit, sekä antaa ampumakäskyt ohjuksille. Omat toimipisteensä on myös toiselle järjestelmän operaattorille sekä viestijärjestelmän operaattorille. Datalinkkiterminaali (DLT) liittää taistelunjohtokeskuksen laukaisualustoihin joko valokaapelin tai SINCGARS -radion välityksellä. Tutka-asema on liitetty asemaan kaapeliyhteyksin. UHF -viestintäjärjestelmä liittää aseman kolmen UHF- radion välityksellä antennimastoryhmään ja tätä kautta edelleen pataljoonan johtokeskukseen (ICC) ja muihin tuliyksiköihin (FU). Tätä reaaliaikaista ja salattua järjestelmää kutsutaan PADIL -järjestelmäksi (Patriot Data Information Link). Tuliyksiköstä lähetetään pataljoonaan maalienseuranta ja torjuntatehtävien tiedot. Näistä tiedonhallintakeskus kykenee kokoamaan pataljoonan reaaliaikaisen ilmatilannekuvan. Kaiken taistelunjohtokeskukseen tulevan datan käsittelee sovitin, mikä tekee erilaisista tiedostotyypeistä järjestelmän päätietokoneelle ymmärrettävää.¹⁰⁸



Kuva 3. Patriot -järjestelmän tutka-asema¹⁰⁹

Tutka-asema AN/MPQ-65 (RS) on vaiheistettu monitoimitutka, joka on sijoitettu M-860 perävaunuun. Tutkan vetoajoneuvona toimii raskas maastokuorma-auto M983 ("Dragon Wagon"). Tutkaa käytetään taistelunjohtokeskuksesta sovittimen (RWCIU) välityksellä. Tutkan antennielementti on toteutettu yli 5000 vaiheistetulla antennilla, joka mahdollistaa erilaisten keilamuotojen ja monipuolisten toimintojen toteuttamisen tietokoneen avulla. Se on sijoitettu kiinteästi alustaansa, joten se kykenee toimimaan vain 110 asteen sektorissa. Tutka suorittaa itsenäisesti maalinetsinnän ja -seuraamisen. Sen havaintoetäisyys on 100km ja se kykenee seuraamaan sataa maalia samanaikaisesti. Patriot PAC-3 järjestelmään tutkan kykyä havaita taktisia ballistisia ohjuksia ja ilmasta laukaistuja risteilyohjuksia on pyritty parantamaan. Se seuraa tarkasti horisontin rajaa operaattorin määrittämissä sektoreissa kyseisten maalien havaitsemiseksi (Tailored Search). Havaittuaan ja lukittuaan maalin seurantaan, määrittää tutka välittömästi maalin nopeuden, suunnan, korkeuden merenpinnasta sekä ballistisen ohjuksen laukaisupaikan. Tutkassa käytetään TVM -ohjausta (Track Via Missile), joka tarkoittaa maalin seuraamista laukaistun ohjuksen välittämien tietojen perusteella. Tämä on mahdollista kaksisuuntaisen linkin välityksellä. Tulenjohtodataa yksi tutka kykenee kerrallaan tuottamaan yhtäaikaaisesti yhdeksälle torjuntaohjukselle. Antennielementtiin on liitetty myös omakonetunnistulaitteen tarvitsemia pienempiä antennia. Tutka toimii NATO:n G -alueella 4-6GHz:n taajuuksilla ja kykenee väistämään häirintää nopealla taajuushypinnällä.¹¹⁰



Kuva 4. Patriot PAC-3 -ohjuksen laukaisu¹¹¹

Yksikön kaikkia kahdeksaa laukaisualustaa M-901 käytetään kaukokäyttöisesti. Laukaisualustoihin ohjukset sijoitetaan säiliöissä, jotka toimivat ohjusten kuljetus- ja säilytyspakkauksina sekä laukaisuputkina. Yhteen säiliöön on sijoitettu neljä PAC-3 -ohjusta ja säiliöitä yhteen laukaisualustaan voidaan puolestaan sijoittaa yhteensä neljä kappaletta. Yksi laukaisualusta käsittää siis 16 PAC-3 -ohjuslaukausta ja tuliyksikkö 128 ampumavalmista ohjuslaukausta. Laukaisualustoihin voidaan sijoittaa myös PAC-2 -järjestelmän ohjuslaukauksia, mutta niitä ei voida kuitenkaan sijoittaa alustoihin sekaisin. Laukaisualustat on sijoitettu M-860 hinattavaan perävaunuun, jonka vetoautona toimii raskas maastokuorma-auto M983 HEMTT ("Dragon Wagon"). Alustat täytyy sijoittaa ja tasata erittäin huolellisesti ammunnanvalmistelujen aikana. Suurin sallittu maaperän kaltevuus on 10 astetta laukaisualustan sijoitusalueella. Ammuntojen aikana alustojen tilaa voidaan tarkkailla taistelunjohtokeskuksesta, josta niiden käyttöä muutenkin johdetaan viestiyhteyksien välityksellä. Tutkan ominaisuuksien johdosta kaikki alustat on sijoitettava tutkan havainnointialueelle, joten yksi tuliyksikkö kykenee toimimaan kerrallaan vain tässä kyseisessä 110 asteen sektorissa. Pienin mahdollinen etäisyys

tutkaan laukaisualustasta on 120 metriä ja suurin mahdollinen ilman kaukokäyttöä 1200 metriä. Keskenään alustoilla tulee olla etäisyyttä vähintään 90 metriä. Jokainen PAC-3 laukaisualusta sisältää uudistetun sähköjärjestelmän (ELES), laukaisualustan valvontayksikön (LSDU) ja uuden sovittimen PAC-3 -ohjuksien käyttöön. Laukaisualustan ohjussäiliöt toimivat hydraulisesti. Tarvitsemansa sähkö laukaisualusta saa siihen kiinteästi sijoitetusta 15kW:n generaattorista.¹¹²

Patriot -ohjusjärjestelmään on kehitetty kahdeksan erityyppistä ohjusta tähän mennessä. PAC-3 -ohjus (MIM-104F) poikkeaa eniten muista järjestelmän ohjuksista. Sen torjunta perustuu suoraan osumaan ("hit to kill"), eikä räjähtävään taistelukärkeen vanhempien ohjusten tapaan. Ohjus on kooltaan myös pienempi (pituus 520cm ja halkaisija 25cm), joka mahdollistaa nelinkertaisen ohjusmäärän ampumavalmiuden tuliyksikössä. Tämä lisää huomattavasti yksiköiden tulivoimaa. Uudessa ohjuksessa on myös uusi tutka ja ohjausjärjestelmä. Sen huippunopeus on noin 5 Mach:ia. Laukaisun jälkeen ohjus ohjataan TVM -järjestelmää hyväksi käyttäen ennen laukaisua laskettuun ja ohjelmoituun ennakkopisteeseen. Järjestelmän maatumatkaa antaa johtoaseman käyttöön tarkkaa maalin seurantadataa koko ajan ohjuksen lähestyessä kohdettaan. Lentorataa voidaan myös päivittää koko lennon ajan järjestelmän johtoasemasta. Lähestymisen aikana ohjuksen oma aktiivinen tutka etsii vihollisohjusta. Kun ohjuksen tutka on löytänyt maalin, sen tietokone laskee välittömästi sijaintinsa ja maalin sijainnin perusteella oikean lentoradan kohteen tuhoamiseksi. Torjuntaohjuksen lähestyttyä edelleen maaliaan se laskee uudelleen tutkaltaan saaman tiedon perusteella korjatun lentoradan ja korjaa ohjuksen liiketilaa muuttamalla nopeutta ja suuntaa. Kohtaamishetkellä tuhoaminen tapahtuu vain liikeenergiaa hyväksikäyttäen suoralla osumalla. Biologisella, kemiallisella tai ydintaistelukärjellä varustetun ohjuksen torjuntaan PAC-3 -järjestelmä on rajallinen torjuntakorkeutensa vuoksi. Ohjuksen suurin kantama on 70km ja pystyulottuvuus noin 24km. Taistelukärjen tuhovaikutus saattaisi ulottua maan pinnalle, vaikka taistelukärki saataisiin tuhottua kantaman äärietaisydelle.¹¹³

Antennimastoryhmä OE-349 (AMG) on sijoitettu M927 kuorma-auton alustalle. Sen pääkalustona on neljä 4kW:n lähetystehoista antenni elementtiä, jotka ovat sijoitettuna pareittain kahteen järjestelmän mastoon. Antennit voidaan sijoittaa ylimmillään 30,5 metrin korkeuteen. Mastot toimivat hydraulisesti ja antenni elementtejä voidaan hallita kaukokäyttöisesti järjestelmän laitetiloista. Järjestelmä luo UHF -alueen PADIL -tiedonsiirtoverkon Pataljoonan johtokeskuksen ja tuliyksiköiden välille.¹¹⁴



Kuva 5. Patriot -järjestelmän antennimastoryhmä (AMG)¹¹⁵

Erillisellä sähkövoimakoneella (EPP III) tuotetaan tuliyksikön taistelunjohtokeskuksen ja tutka-aseman tarvitsema sähkö. Voimakone käsittää kaksi 150kW:n dieselkäyttöistä sähkögeneraattoria. Kumpikin generaattori kykenee toimimaan yli kahdeksan tuntia yhdellä polttoainetankkauksella. Kalusto on sijoitettuna M977 kuorma-auton alustalle. Sähkö siirretään tulasema-alueelle rakennettavassa kenttäkaapeliverkossa ammunnanjohtoasemaan sekä tutka-asemaan. Tarvittavat kaapelit siirtyvät voimakoneen mukana.¹¹⁶

4.5 Käyttöperiaatteet

Ymmärtääkseen järjestelmän käyttöperiaatteita on ensin tunnettava kaksi asiaa. Täytyy tiedostaa millaisen uhkan pohjalta järjestelmä on hankittu ja myös uhkan perusteella sille laaditut tehtävät. Järjestelmän kehitysosiossa selvitettiin millaisia uhkia vastaan järjestelmä on kehitetty ja jo aiemmin tutkimuksessa selvitettiin millaisen uhan ballistiset ohjukset muodostavat. Näiden perusteella maavoimiin kuuluvalla ohjusjärjestelmälle on annettu tehtäväksi suojata maan asevoimia sekä maantieteellisesti tärkeitä kohteita alueellisilta hyökkäyksiltä, ohjuskuilulta ja tiedustelulta. PAC-3 järjestelmät on kehitetty suojaamaan tärkeimpiä joukkoja ja arvokkaimpia kohteita kaiken tyyppisissä operaatioissa. Sillä kyetään vaikuttamaan uhan mukaisesti taktisiin ballistisiin ohjuksiin (TBM), risteilyohjuksiin (CM), ilmasta maahan laukais-

taviin ohjuksiin (ASM), miehittämättömiin ilma-aluksiin (UAV), kiinteäsiipisiin ilma-aluksiin, helikoptereihin, raskaisiin raketteihin (LCR) sekä joukkotuhoaseisiin (WMD). Järjestelmää voidaan käyttää itsenäisesti tai osana isompaa operaatiota suojaamaan perustettavia joukkoja, lentokenttiä, satamia, liikennekeskuksia, väestökeskuksia ja maantieteellisesti tärkeitä alueita. Sillä voidaan suojata myös johtamiseen, hallintoon, viestintään ja tiedusteluun liittyviä kohteita sekä tietoliikenteen keskittymiä. Järjestelmä kykenee toimimaan operaatioissa yhteistoiminnassa kaikkien kansainvälisten järjestelmien kanssa kotialueellaan sekä ulkomailla suoritettavissa operaatioissa.¹¹⁷

Patriot -yksiköt voivat suorittaa puolustuksellisia ja hyökkäyksellisiä tehtäviä. Hyökkäyksellisissä tehtävissä yksiköiden tehtävänä on suojata joukkojen tärkeimpiä kohteita ja tukea näin hyökkäyksellisiä toimenpiteitä. Tehtävä voidaan suorittaa itsenäisesti tai alueelle voidaan luoda taisteluosastoja, joihin kuuluu useita eri asejärjestelmiä.¹¹⁸ Tyypillisin asejärjestelmistä tulee olemaan THAAD -järjestelmä (Terminal High Altitude Area Defence), jonka kanssa toimimisesta on jo tehty suunnitelmat ja torjuntamallit erilaisiin uhkiin. Torjuntoihin voidaan käyttää ns. shoot-look-shoot -menetelmää, jossa torjuttavaa maalia kohti ammutaan THAAD -ohjuksien mahdollisesti epäonnistuttua vielä PAC-3 -ohjuksia.¹¹⁹

Hyökkäyksessä painopiste luodaan taistelevien osien alueelle, mutta myös johto ja tukevia osia sekä reservejä tuetaan. Liikkuvaan ja syvällä alueella tapahtuvaan sodankäyntiin kyetään järjestelmän pitkän kantaman ansiosta.¹²⁰ Hyväksi käytetään myös eteen työnnettyjä laukaisualustoja, joita kyetään kaukokäyttämään patterin taistelunjohtokeskuksesta (ECS) VHF-alueella 10km etäisyydeltä ja antennimastoryhmän (AMG) kautta UHF-alueella jopa 30km etäisyydeltä.¹²¹ Tällä järjestelyllä tuliyksiköitä kyetään siirtämään ”telaketjumenetelmällä” ampumavalmius säilyttäen hyökkäyksen edetessä. Ballististen ohjusten ollessa pääuhkana, tulee laukaisualustojen sijaita lähellä suojattavaa kohdettaan koko hyökkäyksen ajan. Tutka tulee sijoittaa siten, että ohjusten oletettuun tulosuuntaan on mahdollisimman katveeton alue. Tällöin voidaan myös joutua tutka sijoittamaan muita tehtäviä ajatellen heikompaan mittausasemaan.¹²²

Puolustuksellisessa tehtävässä korostuu oikeanlaisen ilmauhka-arvion laatiminen, koska näin yksiköt saadaan ryhmitettyä taktisesti oikealla tavalla toiminta-alueelleen. Laukaisualustat sijoitetaan suojattaville kohteilleen tai niiden taakse suhteessa oletettuun uhkasuuntaan, jos uhkana ovat ballistiset ohjukset. Tällaisella ryhmityksellä kyetään torjuntoihin myös suoraan kohteen yläpuolella. Tuliyksiköt voidaan ryhmittää suojattavan kohteen etupuolelle ns. torjuntakehille, jos uhkana ovat vain tavanomaiset ilma-maalit.¹²³ Tuliyksiköiden ampumasektorit

määritellään kummassakin vaihtoehdossa siten, että yksikön tulenkäyttöalue kattaa myös vähintään kahden muun yksikön tulenkäyttöalueita. Varsinkin rakennetuilla alueella toimiessa tulee järjestelmän tutkan sijoittamisessa haasteista katveiden vuoksi. Se pyritään kuitenkin sijoittamaan siten, että sillä voidaan etsiä ohjuksia mukautetulla toimintamallilla (Tailored Search). Mahdollisiin tutkan katvealueisiin kyetään ilmatorjuntatulta käyttämään yksiköiden Stinger -ohjusryhmillä (MANPAD). Puolustuksessa yksiköiden aktiivinen tulenkäyttö on tärkeää, koska sillä saadaan häirittyä hyökkäyksen suunniteltua rakennetta. Vihollisen ilma- ja maavoimien yhteen sovitettu hyökkäys ei näin toteudu. Yhteistoiminta ilmavoimien kanssa sovitaan mahdollisimman tarkasti yhteistorjunnan ja omien koneiden torjumisen estämisen vuoksi.¹²⁴

4.5.1 Kotialueen puolustus

Ballististen ohjusten puolustusjärjestelmän (BMDS), mihin Patriot PAC-3 -järjestelmäkin kuuluu, yhdistämisessä Pohjois-Amerikan ilma- ja avaruuspuolustuskeskus NORAD:iin (North American Aerospace Defence Command) on ollut ongelmallista. NORAD vastaa ilmapuolustuksesta Yhdysvalloissa ja Kanadassa ja molemmilla mailla on edustajansa keskuksessa. Kanada ei ole kuitenkaan halunnut liittyä Yhdysvaltain ballististen ohjusten puolustusjärjestelmään ja sen vuoksi ohjuspuolustusta varten ollaan rakentamassa erillistä kansallista torjuntakeskusta (Command and Control, Battle Management, and Communications, C2BMC).¹²⁵ Se tulee kuitenkin sijaitsemaan todennäköisesti NORAD:iin yhdistettynä Coloradossa Cheyenne -vuoriston johtokeskuksessa.¹²⁶

Patriot -järjestelmät kuuluvat Yhdysvaltain maavoimien alaisuuteen ja ovat armeijakuntatason ilmatorjuntaa. Yksiköt ovat sijoitettuna maavoimien, kansalliskaartin ja ilmatorjuntatykistön joukkoihin. Järjestelmän pääkehitysvastuu on myös siirretty ohjustorjuntavirastolta (MDA) maavoimille vuonna 2003.¹²⁷ Tällä hetkellä joidenkin länsimaisten lähteiden mukaan yksiköitä on Yhdysvaltain maavoimien varuskuntiin sijoitettuna kahdeksan pataljoonaa. Koulutus- ja pääsijoituspaikka järjestelmille on Texasissa El Pason kaupungin Fort Bliss:n varuskunnassa. Siellä tapahtuu myös järjestelmien uudistaminen PAC-3 -yksiköiksi. Ensimmäinen yksikkö saatiin varustettua ja koulutettua taisteluvalmiiksi elokuussa 2002.¹²⁸

PAC-3 -yksiköiden sijoittaminen pysyvästi Yhdysvaltain kotialueelle ei ole kuitenkaan mielekästä, koska yhdysvaltain lähialueilla ei ole taktisia ballistisia ohjusjärjestelmiä, joita vastaan se kykenee toimimaan. Pitemmän kantaman ballistisilla ohjuksilla on niin suuri loppuvaiheen nopeus (yli 4km/s), että järjestelmä ei kykene vastamaan kyseiseen uhkaan.

Patriot -järjestelmät ja merijalkaväen HAWK -yksiköt tullaan korvaamaan tulevaisuudessa mitä ilmeisimmin PAC-3 -ohjusta käyttävillä MEADS -järjestelmillä. Niiden lopullinen rooli Yhdysvaltain kotialueen puolustuksessa on vielä kuitenkin epävarma. Päätöstä tilattavien yksiköiden määrästä ei ole tehty, mutta ne tulevat kuitenkin toimimaan osana kansallista puolustusjärjestelmää.¹²⁹ Operatiiviseen käyttöön järjestelmä tullaan ottamaan 2012-14 välisenä aikana.¹³⁰

4.5.2 Ulkomaille sijoitettujen joukkojen puolustus

Yhdysvallat on maailmanlaajuinen sotilaallinen toimija jolla on joukkoja pysyvästi sijoitettuna jokaisessa maanosassa. Korean ja Vietnamin sodista ja lukuisista pienimmistä kriiseistä huolimatta sillä ei ole ollut ilma-uhkaa toisen maailmansodan jälkeen yli 40 vuoteen. Ensimmäinen persianlahden sota vuonna 1991 kuitenkin muutti tilanteen. Irakin ampumat taktiset ballistiset ohjukset liittouman joukkoja, Saudi-Arabiaa ja Israelia vastaan nostivat ballististen ohjusten torjuntajärjestelmien tärkeyden esille. Tätä uhkaa vastaan rakennetulla Patriot PAC-3 -järjestelmällä ollaan nyt korvaamassa Yhdysvaltain maavoimien ja ulkomaille myytyjä vanhempia Patriot -järjestelmiä.

Yhdysvallat käyttävät Patriot -järjestelmiään ulkomailla omien, NATO sekä muiden liittolaisten joukkojen suojaamiseen. Suojaus toteutetaan joko kiinteästi sijoitetuilla joukoilla tai yksiköt voidaan lähettää toimialueille tarpeen niin vaatiessa. Kiinteästi Yhdysvallat ovat sijoittaneet yksiköitään Lähi-idän alueelle vuoden 1991 persianlahden sodasta alkaen. Yksiköiden miehistöjä vaihdetaan vuorovuosin saksalaisten miehistöjen kanssa. Yksi rotaatio kestää kuusi kuukautta, joten vuoden aikana kaksi joukko-yksikköä saa kokemusta sotatoimialueella.¹³¹ Israelissa sijaitsevat yksiköt toimivat yhdessä israelilaisten omien Patriot -yksiköiden kanssa osana operatiivista kaksikerroksista loppuvaiheen torjuntajärjestelmää. Siinä Patriot -yksiköt ovat yhteydessä Arrow -torjuntajärjestelmien taistelunjohtokeskuksiin ja saavat sieltä tarvittavat maalitiedot ja laukaisukomennot.¹³² Vuodesta 1994 lähtien on myös Etelä-Korean tukikohtiin ollut sijoitettuna kiinteästi kuusi kahdeksan laukaisualustaista pataljoonaa. Vuonna 2004 torjuntavoimaa lisättiin alueelle kahdella PAC-3 -tuliyksiköllä. Yksiköt sijoitettiin Kwangjun lentotukikohtaan Texasin Fort Bliss:stä. Uusin sijoituspaikka järjestelmälle on ollut Japani. Yhdysvallat sijoitti vuoden 2006 loppupuolella kolmesta neljään PAC-3 -tuliyksikköä Okinawan saarelle Kenadan lentotukikohtaan. Järjestelmällä on tarkoitus torjua Pohjois-Korean tai Kiinan mahdolliset ohjusiskut.¹³³

NATO:on liitettyä Patriot PAC-3 -järjestelmää voidaan käyttää osana suurempaa ilmatorjuntaryhmää, josta käytetään nimitystä GBAD Cluster (Ground Base Air Defence, maalta suoritettava ilmatorjunta). Ilmatorjuntaryhmän käytön perusteita ovat määrä, erilaisuus, liikkuvuus ja järjestelmäintegraatio. Sille voidaan antaa tehtäväksi alueen tai tietyn kohteen puolustus. Erilaisia yksikkötyyppejä ryhmään liittämällä pyritään saamaan taistelunkestävyyttä häirintää ja erilaisia ilmamaaleja vastaan sekä luomaan ilmatorjunnallisia painopisteitä. Sivusuunnassa tietyt kohteet kuten tukikohdat, satamat ja muut tärkeät kohteet voidaan suojata vain tietyillä yksikkötyypeillä. Tällöin Patriot -yksiköllä voi olla johdettavanaan tulenkäytöllisesti muita ilmatorjuntayksiköitä. Ilmatorjuntaryhmän liikkuvuudella pyritään taktiseen joustavuuteen ja taistelunkestävyyteen. Sen tulee kyetä suorittamaan tehtävä myös silloin, kun osa ryhmän yksiköistä on vaihtamassa asemia. Järjestelmäintegraatiolla haetaan puolestaan joustavuutta erilaisten yksiköiden johtamiseen yhtenäisillä rajapinnoilla ja käytännöillä.¹³⁴

Patriot -järjestelmän käytettävyyden takaa sen hyvä siirrettävyys. Se voidaan lähettää operaatioalueelleen rautateitse, meritse, maa- tai -ilmakuljetuksin. Strategisen liikkuvuuden takaa nopeat ilmakuljetukset C-5, C-17 ja C-141 raskaille kuljetuskoneilla. Tulevaisuudessa C-17 kuljetuskoneet korvaavat kuitenkin kokonaan C-141 koneet. Tällä hetkellä yksiköjä ei voida siirtää kokonaisuudessaan helikopterein. Ohjukset voidaan kuljettaa maavoimien helikoptereissa, ja CH-47 ja CH-50 kuljetuskopterit kykenevät kuljettamaan torjunnanjohtokeskuksen (ECS) ja johtokeskuksenkeskuksen (ICC) ulkoisina lasteina toiminta-alueilleen.¹³⁵

Taistelualueelle voidaan lähettää myös etukäteen pienin tulitoimintaan kykenevä osasto (Minimum Engagement Package, MEP) viidellä C-5A tai seitsemällä C-17 lentokoneella. Se kykenee kalustollaan 15 päivän itsenäiseen taisteluun. Siihen kuuluu torjunta-asema (ECS), tutka, kaksi laukaisualustaa ohjuksineen, yksi ohjustäydennys, sähkövoimakone (EPP III) sekä huollollisia osia. Osaston henkilöstöön kuuluu komentajan lisäksi yksiköiden päälliköt sekä tulitoimintaan ja valmisteluihin tarvittava henkilöstö. Osastolla kyetään aloittamaan taistelualueella tulenkäyttö ja suunnittelutoiminta.¹³⁶

5 S-300PMU-2 TORJUNTAJÄRJESTELMÄ

5.1 S-300 -järjestelmän kehitys

S-300 ohjusjärjestelmäperheen kehitys aloitettiin vuonna 1967 Neuvostoliitossa. Tarkoituksena oli luoda jokasään strateginen ilmatorjuntaohjusjärjestelmä vanhentuneen S-25 Berkut (SA-1 Guild) ohjusjärjestelmän tilalle. Järjestelmällä on korvattu myöhemmin myös S-75 Divina (SA-2 Guideline) ja S-125 Neva (SA-3 Goa) ohjukset. Järjestelmä on Almaz-yhtiön suunnittelema ja siinä käytetään Fakel SKB -suunnittelutoimiston kehittämiä ohjuksia.¹³⁷ Liitteenä 5 on S-300 tuoteperheen sukupuu ja sen käyttämät ohjukset.

S-300 järjestelmä suunniteltiin vastaamaan Yhdysvaltain strategisten ilmavoimien muuttuneeseen toimintaan. 1960-luvun lopussa USAF siirtyi taktiikassaan matalalla tapahtuvaan ilmapuolustuksen läpäisyyn. Uhaksi muodostui USA:n kehittyneet stand-off aseet, kuten AGM-86 risteilyohjukset. Ensimmäiset S-300 tuoteperheeseen kuuluvat järjestelmät olivatkin suunniteltu torjumaan pääasiassa pintakorkeudessa lentäviä maaleja. Nykyään järjestelmää markkinoidaan kuitenkin keski- ja yläkorkeuksien torjuntajärjestelmänä, jolla on kyky torjua myös ballististen ohjusten taistelukärkiä.¹³⁸

1960-luvulla muodostunut uusi uhkakuva vaati kehitettäviltä järjestelmiltä hyvää liikkuvuutta, koska järjestelmiä pyrittiisiin lamauttamaan ydinkärjillä varustetuilla ohjuksilla. Tällainen ohjus oli esimerkiksi yhdysvaltalainen ilmasta maahan ammuttava AGM-69 SRAM (kantama noin 180km)¹³⁹. Järjestelmän tuli kyetä myös monimaalitorjuntaan sekä toimimaan elektronisen häirinnän vaikutuksessa.¹⁴⁰

S-300 järjestelmästä on valmistettu kolmea erilaista versiota. S-300P (SA-10 Grumble) ja S-300F (SA-N-6 Grumble) ovat kumpikin syntyneet saman kehitysohjelman perusteella. Kolmas versio S-300V (SA-12 Gladiator/ Giant) on oma itsenäinen torjuntajärjestelmä omin ohjusversioin, minkä johdosta niitä käsitellään tutkimuksessa erillään S-300P järjestelmästä. Kirjaintunnukset järjestelmien nimien loppuosassa tulevat puolustushaaroista, joiden alaisia ne ovat. S-300P kuuluu Venäjän strategisten ilmavoimien alaisuuteen, mistä tulee nimessä esiintyvä P kirjain (PVO, Protivo-Vozdushnaya-Oborna). Kirjain F tarkoittaa merivoimia (Flota) ja kirjain V maavoimia (Voyska).¹⁴¹

S-300P järjestelmästä on valmistettu edelleen kolme eri versiota, jotka käsitellään seuraavassa luvussa. Versiot poikkeavat toisistaan pääosin liikkuvuutensa sekä ohjustyyppiensä osalta.¹⁴²

5.2 Ohjusjärjestelmän versiot ja niiden käyttämät ohjukset

S-300PT Biryuza (SA-10a Grumble / Volkhov-M6) on vuonna 1980 palveluskäyttöön otettu hinattavaan puoliperävaunuun perustuva ohjusjärjestelmä, jonka ensimmäiset testit suoritettiin vuonna 1973. Järjestelmästä on myös yleisesti käytetty vain nimeä S-300P ilman T kirjainta, joka puolestaan tarkoittaa kuljetettavaa (Transportiruemyi). Järjestelmää on kehitetty edelleen sen ollessa palveluskäytössä. Vuonna 1983 siitä otettiin käyttöön suorituskykyisempi S-300PT-1 modifikaatio. Sen uusilla ohjuksilla (5V55KD) oli 75km:n kantama edellisen version ohjusten (5V55K) 47km:n sijasta. Tämän jälkeen on käytössä vielä ollut S-300PT-1A versio, johon tuotiin käyttöön ydinlatauksella varustetut taistelukärjet (5V55V). Kaikki versiot ovat olleet tarkoitettu vain kotimaan asevoimien käyttöön ja niillä on suojattu kiinteitä ja puolikiinteitä kohteita.¹⁴³

S-300PS Angara / S-300PMU (SA-10b Grumble) on aikaisemman S-300PT version modernisaatio, joka tuli palveluskäyttöön vuonna 1983. Sillä pyrittiin takaamaan Keski-Euroopassa olevien vanhentuneiden järjestelmien korvaajalle riittävä liikkuvuus. Sen suurin ero edeltäjänsä olikin alustamuutos, jossa yksiköiden ohjuslavetit, johto-osat ja osa tutkista sijoitettiin maastoajoneuvoihin. Mallinimen kirjain S (Samohodnyi) tarkoittaakin liikkumiskykyistä. Uudistuksella saavutettiin 5 minuutin asemaanmeno ja asemasta lähtöaika. PT- versiolla aika oli noin 30 minuuttia. Järjestelmää modernisoitiin myös elektroniikan ja ohjusten osalta. Monitoimitutka 30N6E (FLAP LID-B) kehitettiin johtamaan 12 ohjuslavettia aiempien kolmen sijasta. Samalla myös mahdollistettiin tulitettavien maalien määrän nostaminen kolmesta kuuteen. Jokaiseen maaliin kyettiin ampumaan kaksi ohjusta. Uudet ohjukset (5V55R) mahdollistivat tehokkaan kantaman 75km:iin saakka, ja niiden ohjaus muutettiin TVM -tyyppiseksi (Track Via Missile). Ohjuksien taistelulatauksia samanaikaisesti myös suurennettiin ja aiemmasta ydinkärjestä luovuttiin. Järjestelmää myytiin myös ulkomaille mallinimellä S-300PMU. Mallinimen kirjaimista M (Modifikatsionniy) tarkoittaa modifioitua ja U (Usovershstsvovaniy) parannettua. Ensimmäinen tunnettu järjestelmän ostaja oli Tshekkoslovakia. Järjestelmiä tai sen osia on toimitettu myös Armeniaan, Bulgariaan, Kiinaan, Kazakstaniin, Kroatiaan, Puolaan, Serbiaan, Sloveniaan, Ukrainaan, Unkariin ja Valko-Venäjälle.¹⁴⁴ Kiinassa järjestelmästä on myös tehty lisenssillä oma versio, joka tunnetaan nimellä HQ-10/15.¹⁴⁵

S-300PM (SA-10c Grumble) järjestelmää voidaan pitää myöhempien SA-20 Gargoyle järjestelmien prototyyppinä. Sitä lähdettiin kehittämään vuonna 1983 S-300PS järjestelmän pohjalta. Järjestelmään kehitettiin uusi pidemmän kantaman ohjus, jonka pohjalla toimi jo PS- versiossakin käytetty 5V55R ohjus. Kehityksen tuloksena saatiin järjestelmän käyttöön uusi 92km:n kantaman ohjus 5V55RUD. Kirjainyhdistelmä UD (Usovershstvovanaya Dalnost) tarkoittaa parannettua kantamaa. Tätä ohjusta pidetään myöhemmin käyttöön tulleen 48N6 ohjuksen edeltäjänä. Ensimmäinen PM -versio toimitettiin asevoimien käyttöön vuonna 1989.¹⁴⁶

S-300PM-1/PMU-1 (SA-20A Gargoyle) pohjautuu S-300PM/PS järjestelmien pohjalle. Se on kuitenkin edelleen modernisoitu niin monilta osin, että se on saanut kokonaan uuden järjestelmänimen. Järjestelmä on sijoitettuna kokonaan MAZ-543 (8x8) maastokuorma-auton alustoille PS/PMU – versioiden tapaan. Sen kaikki osat ovat ulkoisesti edelleen samankaltaisia, mutta suoritusarvoja on parannettu kaikissa suhteissa edeltäjiinsä nähden. Suurimmat erot ovat kehittyneemmässä tietokoneohjelmistossa, uudessa maalinosoitustutkassa 36N85 (TOMBSTONE) ja ohjuksessa. Tyypiltään 48N6 ohjuksen kantama on saatu nostettua 150 km:iin. Ensimmäiset järjestelmät hyväksyttiin palveluskäyttöön vuonna 1993. Ulkomaankauppaan on suunnattu järjestelmistä PMU-1. Se eroaa PM -versiosta vientiin tarkoitetuilla ohjusversioillaan.¹⁴⁷ Sitä on myyty tällä hetkellä ainakin Kiinaan, Kyprokselle ja Vietnamiin.¹⁴⁸

S-300PMU-1A (SA-20B Gargoyle) kehitettiin edelleen PMU-1 versiosta. Kyseessä on vain vientiin tarkoitettu järjestelmä, jonka valvontatutka on korvattu uudemmalla versiolla PMU-1 – version tutkasta. Järjestelmä kykenee myös käyttämään vanhempia lyhyemmän kantaman ohjustyyppisiä, kuten 55VR ja 55VK ohjuksia.¹⁴⁹

S-300PM-2/PMU-2 Favorit/Favorit-S (SA-20B Gargoyle) järjestelmä tuotiin esille vuonna 1997. Se on uusin S-300P tuoteperheen järjestelmistä ja on tarkoitettu pääosin vientiin PMU-2 – versiona. Venäjän omat asevoimat tulevat saamaan käyttöönsä vain muutamia yksiköitä. Järjestelmää on kehitetty modernisoiduilla tutkilla. Ne ovat monitoimitutka 36N85E (TOMBSTONE) ja 3D-valvontatutka 96L6. 48N6 ohjuksesta on kehitetty järjestelmään modernisoidut versiot, joiden kantamat vaihtelevat välillä 150-200km tyypistä riippuen. Uutena markkinoille ollaan tuomassa 9M96 ohjukset eri version. Kantamat vaihtelevat 40-120km välillä.¹⁵⁰ Järjestelmää on myyty tähän mennessä ainakin Kiinaan. Kyprokseen myydyt S-300 -järjestelmät saattavat olla myös PMU-2 -yksiköitä.¹⁵¹ Viimeisin järjestelmän tilaaja on ollut Algeria, joka tilasi yhteensä kahdeksan tuliyksikköä vuonna 2006. Keskusteluja järjestelmien

ostoista on käyty Indonesian, Malesian, Pohjois-Korean, Syyrian, Pakistanin, Jemenin ja Sudanin kanssa.¹⁵²

Vuonna 1969 aloitettiin suunnittelutyö merivoimien käyttöön tulevan S-300F Fort/Rif (SA-N-6 GRUMBLE) järjestelmän osalta. Ensimmäiset järjestelmä- ja ohjustestit aloitettiin vuonna 1977 Mustalla merellä uudella 3M41 ohjustyypillä. Tätä tyyppiä käytettiin myöhemmin vien- tiin tarkoitettussa Rif versiossa. Kyseinen ohjus oli Fort järjestelmän käyttöön suunnitellun 5V55RM ohjuksen myyntiversio. 5V55RM perustui puolestaan S-300PM:ssä käytettyyn 5V55R ohjukseen. Järjestelmät suunniteltiin sijoitettaviksi kotimaassaan Kara ja Kynda luo- kan risteilijöihin. Myyntiin S-300F Rif tuli vuonna 1993. Sitä ostettiin Kiinaan ja Ukrainaan. S-300F Fort/Rif järjestelmää kehitettiin S-300PM järjestelmän rinnalla. S-300F Fort-M/Rif-M (SA-N-20A GARGOYLE) perustui S-300PM-1 järjestelmään. Siinä myös käytettiin PM-1- version merikäyttöön modifioituja 48N6F ohjuksia, joiden kantama oli 150km:ä. S-300PM-2 version rinnalle kehitettiin merivoimille edelleen S-300F Fort-M2/Rif-M2 versio. Käyttöön otettiin 48N6M ohjus sekä myyntiin tarkoitettu 48N6E2 ohjus. Molempien ohjustyyppien kantama on 200km:ä. Tällä viimeisimmällä kehitysversiolla kyetään valmistajan ilmoituksen mukaan torjumaan 1000km:n kantaman ballistiset ohjukset 40 km:n etäisyydelle.¹⁵³

S-300V (SA-12A/B GLADIATOR/GIANT) järjestelmän kehitystyö aloitettiin vuonna 1970. Suunnittelun päävastuu annettiin suunnittelutoimisto Niemelle (tunnetaan nykyisin Antey- konsernina). Jo suunnitteluvaiheessa otettiin huomioon matalla, että korkealla lentävien maa- lien ja ballististen ohjusten torjuntakyky päätehtävänä. Järjestelmä onkin ensimmäinen moni- käyttöohjusjärjestelmä maailmassa. Sen ensimmäinen koeversio S-300V-1 valmistui vuonna 1982, mutta ensimmäinen pataljoona sijoitettiin kuitenkin Neuvostoliiton maavoimien käyt- töön vasta vuonna 1986. Järjestelmään kuuluu kaksi toisistaan poikkeavaa ohjusjärjestelmää, jotka ovat sijoitettuna kuljetuspanssarivaunujen (MT-TM) rungoille. Tyyppiä 9M83 (SA-12A GLADIATOR) oleva ohjus on tarkoitettu lyhyen kantaman ballististen ohjusten sekä lentoko- neiden ja risteilyohjusten torjuntaan. Kantamaltaan 40 km:n ohjuksella on korkeusulottuvuus 250 m:stä 25 km:iin. Tyypiltään 9M82 (SA-12B GIANT) ohjus on puolestaan tarkoitettu bal- lististen ohjusten ja kaukana lentävien maalien, kuten tiedustelu- ja häirintäkoneiden torjun- taan. Ohjuksen kantamaksi on ilmoitettu 100 km:ä ja korkeuspeitto ulottuu yhdestä km:stä 30 km:iin. 9M82 ohjus saatiin kuitenkin sijoituskelpoiseksi sen tuotannossa ja kokoonpanossa ilmenneiden ongelmien vuoksi vasta vuonna 1988.¹⁵⁴

S-300V-1 järjestelmän edelleen kehittäminen aloitettiin jo 1980-luvulla. Kehityksen tuloksena uusi S-300V järjestelmä esiteltiin ensimmäisen kerran julkisesti Moskovan ilmailunäytöksessä vuonna 1992. Järjestelmä tunnetaan yleisesti myös nimellä S-300VS. Suurimpana muutoksena uudessa versiossa oli modifioidut tutkat. Valvontakykyä oli vahvennettu parannetuilla 9S15M (BILL BOARD-A) -valvontatukilla ja 9S19M1 (HIGH SCREEN) -sektoritutkillalla. Vuonna 1992 esiteltiin samalla myös vientiin tarkoitettu S-300VE järjestelmä. Kirjain E tarkoittaa version nimessä vientimallia (Ehksporiyny). Järjestelmää ei ole myyty yksikkökokonaisuuksina ulkomaille, mutta sen 9M83 ohjustyyppiä käyttävät Valko-Venäjä ja Ukraina.¹⁵⁵

S-300VM (SA-X-23) järjestelmä syntyi USA:n Persianlahden sodassa ”Desert Storm” saami- en kokemusten pohjalta. S-300V järjestelmän kehittämisessä nähtiin tärkeimpänä seikkana kyky torjua taktisia ballistisia ohjuksia, joiden kantama on suurimmillaan 2500 km:iä. Vaatimuksena oli myös kyky torjua häirintä- ja tiedustelukoneita, kuten esimerkiksi USA:n valmistamia EF-111 RAVEN ja EA-6 PROWLER koneita. Lisäksi järjestelmän tuli kyetä toimimaan häirityissä olosuhteissa. Kehitystyö toteutettiin vuoden 1993 ja vuoden 1997 välisenä aikana prototyyppimallilla, joka tunnetaan nimellä S-300VMD. S-300VM otettiin operatiiviseen käyttöön vuonna 1998. Molempiin ohjustyyppeihin oli asennettu uudet ohjelmistot, sekä kaikki käyttöliittymät järjestelmässä oli myös uusittu. Näillä muutoksilla ja uudella johtopai- kalla (9S457-1) saatiin alennettua huomattavasti järjestelmän reagointiaikoja. Järjestelmän tutkat myös modifioitiin toimimaan yhdessä modifioitujen ohjusten 9M82M ja 9M83M kans- sa. S-300VM pataljoona kykenee taistelemaan samanaikaisesti 16 ballistista ohjusta tai 24 ilma-alusta vastaan 48 ohjuksella. Järjestelmän vientiversio tunnetaan nimellä S-300VME ja Antey-2500. Järjestelmää ei ole kuitenkaan vielä myyty ulkomaihin, mutta neuvotteluja Intian kanssa on käyty kuuden ohjuspatterin ja Kiinan kanssa kokonaisen prikaatin ostamisesta. Ve- näjä on tarjonnut järjestelmäänsä myös Etelä-Koreaan, Taiwaniin ja Kuwaitiin. Muita potenti- aalisia ostajia ovat Brasilia, Indonesia, Malesia, Chile, Kiina, Yhdistyneet Arabiemiirikunnat, Pakistan, Sudan ja Jemen.¹⁵⁶

5.3 Osakokonaisuudet ja yksikön kokoonpano

S-300PM-2/PMU-2 Favorit/Favorit-S (SA-20B Gargoyle) on organisoitu rykmentiksi, johon kuuluu johtopaikka 83M6E2 sekä kuusi ohjuspatteria 90Zh6E2. Myös nimeä SA-10E Grumble käytetään järjestelmästä yleisesti¹⁵⁷, mutta se on virheellinen. Uuden TOMBSTONE tutkan ja 48N6 ohjusten käyttöön oton jälkeen nimi on muutettu SA-20B Gargoyleksi. Järjestelmän jokainen ohjuspatteri pitää sisällään 36N85E TOMBSTONE (vientiin tarkoitettu malli 30N6E2) monitoimitutkan sekä enimmillään 12 laukaisualustaa. Patterit voivat sijaita johtokeskuksesta enimmillään 15km etäisyydellä. Järjestelmään voidaan myös tarpeen mukaan liittää 96L6E valvonta- ja maalinosoitustutka.¹⁵⁸

Järjestelmällä kyetään valmistajan ilmoituksen mukaan torjumaan korkealla lentävät ilma-maalit 200km etäisyydeltä. Matalammalla 100 m:ssä lentäviin maaleihin kyetään vaikuttamaan 38km etäisyydeltä ja 50 m:ssä lentäviin puolestaan 28km etäisyydeltä. Enimmillään kantamaltaan 1000km:n ballistisiin ohjuksiin kyetään vaikuttamaan 40km:n etäisyydeltä. Tällöin maalin nopeuden tulee olla enimmillään 2800m/s.¹⁵⁹



Kuva 6. S-300PMU-2 -järjestelmän johtokeskus¹⁶⁰

Rykmentin johtopaikkaan kuuluu uudistetut valvonta- ja C³I-johtamisjärjestelmät. Se koostuu kahdesta osasta, jotka ovat 64N6E2 BIG BIRD-D 3D valvonta- ja maalinosoitustutka sekä 54K6E2 johtokeskuksesta. Johtokeskus on sijoitettuna MAZ-543M ajoneuvoon tai puolikiinteään komentotilaan. Se korvaa 73N6 Baikal-1 johtamisajoneuvon, mutta edelleen myös senkin käyttö on mahdollista. Järjestelmä on suunniteltu ensisijaisesti prikaatin sisäiseen toimintaan yhdistämällä tuliyksiköt, mutta voi myös yhdistää prikaatin S-300PMU, S-300PMU-1, S-200V ja S-200M (SA-5B/C GAMMON) yksiköitä sekä ilma-valvontatutkia. Johtokeskuksessa seurataan jatkuvasti paikallista ilmatilannekuvaa, sekä johdetaan ja valvotaan tuliyksiköitä. Sitä operoi kerrallaan kuusi operaattoria. Tilasta löytyy operaattoreille toimipisteet, joissa on käytettävissä tietokoneet ja tarvittavat johtamis- ja valvontayhteydet. Myös koulutus- ja harjoitustilat löytyvät tietokoneohjelmistoista. Johtokeskuksesta kyetään käyttämään BIG BIRD-D tutkaa ja tunnistamaan ja seuraamaan enimmillään 300 ilmamaalia. Havaitut maalit luokitellaan omakonetunnistuslaitteistolla (IFF) omiksi ja vieraiksi, sekä luodaan maalien tärkeysjärjestys ja maalinosoitukset suoraan yksiköiden laveteille. Myös yhteistoiminta prikaatiin tai muuhun ylempään johtoportaan suoritetaan komentopaikalta.¹⁶¹



Kuva 7. BIG BIRD-D 64N6E2 valvonta- ja maalinosoitustutka.¹⁶²

BIG BIRD-D 64N6E2 on pitkänkantaman 3D valvonta- ja maalinosoitustutka. Sen toiminta perustuu vaiheistettuihin antenneihin (Phased Array), joita ohjataan elektronisesti. Näin mahdollistetaan tilanteen vaatima mittaustapa nopeasti. Antennielementtejä on tutkassa yhteensä noin 2700. Tutkassa käytetään kaksoisantennirakennetta, jossa antennit on sijoitettu seläkkäin. Keilaus tapahtuu sähköisesti sekä vaaka- että pystysuunnassa. Toiminta tapahtuu F-alueella (F-band) 4-6GHz:n taajuuksilla. Käytössä on yhteensä 3500 taajuutta, joita hyipytetään muutamaman sekunnin välein häirinnän estämiseksi. Yksi keilauskierros kestää antennielementillä 12 sekuntia. Tutka kykenee havaitsemaan kaiken tyyppiset ilmamaalit ballistiset ohjukset mukaan luettuna enimmillään 300km etäisyydeltä. Yhtäaikaaisesti tutka kykenee mittamaan 300 maalia, joiden nopeusalue tulee sijoittua 30-2800m/s alueelle. Erottelukyky on 150m. Maalinseurantoja voidaan siirtää tutkalta suoraan johtokeskukseen tai tuliyksiköiden 36N85E TOMBSTONE tutkille.¹⁶³



Kuva 8. 96L6E valvonta- ja maalinosoitustutka.¹⁶⁴

S-300PMU-2 -järjestelmään matalavalvontatutka CLAM SHELL 76N6 (vientiversio 76N6S) korvattiin uudella 96L6 (vientiversio 96L6E) 3D valvonta- ja maalinosoitustutkalla. Tutkan on suunnitellut Lira KB yhtiö ja se tuotiin julkisuuteen ensikerran vuonna 1997. Tutkalla parannetaan järjestelmän valvontakykyä keskittyen matalalla lentäviin kohteisiin. Se on sijoitettu MAZ 7930 (8x8) maastokuorma-auton alustalle, mutta antennielementti kytetään peitteisessä maastossa sijoittamaan tunnissa 40V6M2 antennimastoon, joka on korkeudeltaan 38,8metriä. Jos antennielementtiä ei tarvitse nostaa mastoon, kuluu sen mittaustalviuteen saattamiseen liikkeestä vain viisi minuuttia. Tutka-asemaa voidaan käyttää myös hajautettuna kahteen eri ajoneuvoon. Tällöin toiseen ajoneuvoon on sijoitettu antennielementti ja toiseen tutkan kalusto ja operointitila. Etäisyys ajoneuvoilla voi enimmillään olla 100m.¹⁶⁵ Tutkan

toiminta perustuu C -alueella (4-6GHz) toimiviin vaiheistettuihin antenneihin (Phased Array), joita käytetään elektronisesti. Keilauskuvioita voidaan muuttaa mittauksen aikana. Järjestelmä kykenee seuraamaan samanaikaisesti enimmillään sataa maalia. Se kykenee myös etsimään uusia maaleja samanaikaisesti seurantojen aikana (Track-while-scan) ja tunnistamaan omia koneita IFF -laitteistolla. Valvontaetäisyys tutkalla on 5-300km ja pienin sen havaitsema maali on poikkileikkauspinta-alaltaan $0,02\text{m}^2$. Nopeutta seurattavalla maalilla saa olla 30-2800m/s. Tutkalla on kolme päämittaustapaa, jotka vaikuttavat myös osaltaan tutkan havainnointikykyyn. Mittaustapoina voidaan käyttää koko alueen valvontaa, sektorivalvontaa tai matalavalvontaa. Havaitut maalit välitetään johtokeskukseen tai suoraan tuliyksiköiden tulenjohtotutkille radiolinkin tai valokaapelin välityksellä.¹⁶⁶ Tutkan elinkaareksi on arvioitu länsimaaisissa lähteissä yli 20 vuotta.



Kuva 9. 36N85E TOMBSTONE monitoimitutka.¹⁶⁷

Ohjuspattereiden uudistetut monitoimitutkat 36N85E TOMBSTONE (vientiversio 30N6E2) mahdollistavat aiemman kuuden lavetin sijasta 12 lavetin yhdenaikaisen johtamisen kuutta ohjusmaalia vastaan. Valvontaetäisyys tutkalla on yli 200km ja pystysuunnassa 10m-35km. Tutka on alun perin suunniteltu matalavalvontaan ja on edelleenkin sijoitettavissa 15m korkeaan 40V6M mastoon ChMAP -puoliperävaunun alustalle. Järjestelmä toimii kuitenkin pääsääntöisesti sijoitettuna MAZ-54106 maastokuorma-auton alustalle, joka toimii samalla myös patterin tulenjohtokeskuksena. Se sisältää tutkamittaajan työaseman, järjestelmän laskimet ja sisäisen kunnon testausjärjestelmän. Patterin päällikkö johtaa patteria myös kyseisestä tilasta. Liikkeestä tutka-asema saavuttaa toimintavalmiuden viidessä minuutissa. Mikäli tutka-antenni sijoitetaan mastoon, saavutetaan mittausvalmius 40 minuutissa. Mittaus suoritetaan E/F -alueen (2-3GHz) vaihe ohjatulla 3D pulssi-doppler tasoantennilla, jonka poikkipinta-ala on

2,75m². Tutkan mittaustapoina voidaan käyttää matalavalvontaa, keski- ja yläkorkeuksien valvontaa sekä ballististen ohjusten torjuntaan suunniteltua tapaa. Tutkalla kyetään kuuden maalin yhtäaikaiseen automaattiseurantaan, joista jokaista voidaan tulittaa kahdella ohjuksella. Maalia voidaan sekunnin aikana tulittaa patterissa kolmella ohjuksella. PMU-2 -järjestelmään tutkaa on kehitetty vaihtamalla siihen uusi tulenjohtolaskin ja laskuohjelmat. Tällä on haettu parempaa kykyä torjua nopeita ja pienikokoisia ballistisia ohjuksia. Myös häirinnäväistöominaisuuksia on parannettu laajalla taajuuden harituksella ja hypinnällä. Ohjuslavetit kytketään monitoimitutkaan kaapeleilla, data-linkillä tai molemmilla tavoilla. Linkki-järjestelmän antennin säteilykuvio on suunnattu 120⁰ kulmaväleihin, joten lavetit voivat sijaita vain määräalueilla tulenjohtotutkan ympäristössä. Teleskooppiantennin huipussa sijaitsee myös ympärisäteilevä antennielementti, joka on tarkoitettu luultavasti vastaanottoantenniksi. Tarvittava sähkö järjestelmälle tuotetaan tutkakontin yhteydessä olevalla voimakoneella.¹⁶⁸



Kuva 10. 5P85SU2 ohjuslavetti.¹⁶⁹

Laukaisualustoina järjestelmässä käytetään 5P85SU2 ja 5P85DU2 lavettiajoneuvoja. Niiden myyntiversioiden nimet ovat 5P85SE2 ja 5P85DE2. Kolmen laukaisualustan ohjusjaos käsittää yhden 5P85SU2 ohjuslavetin, mihin on sijoitettu erillinen komentohytti ajoneuvon ohjaamon taakse. Loput kaksi lavettia ovat mallia 5P85DU2, joissa tätä erillistä hyttiä ei ole. Vaihtoehtoisena mahdollisuutena on järjestelmässä käyttää myös S-300PM -järjestelmän hinattavia puoliperävaunulavetteja 5P58T (myyntiversio 5P58TE). Alustoihin kyetään sijoittamaan kerrallaan kolme 48N6M ohjusta tai neljä 9M96 ohjusta. Patterissa on näin ollen enimmillään 48 ampumavalmista ohjusta. Ohjukset ammutaan laukaisuputkistaan suoraan ylöspäin, mikä mahdollistaa lyhyimmän mahdollisen reaktioajan jokaiseen maalin tulosuuntaan. Järjestelmä on tulivalmiina 5min kuluttua asemaajasta ja marssivalmiina samoin 5min kuluttua. Asemasta irtautumiseen menee vähimmillään aikaa kolme sekuntia. Laukaisujoneuvojen välillä on radio- ja datansiirtoyhteydet toteutettu linkkiyhteyksillä. Järjestelmä ei vaadi toimiakseen

kaapeliyhteyksiä. Jokainen ajoneuvo on varustettu myös siten, että ne kykenevät toimimaan NBC -ympäristössä, kuten taisteluaineiden vaikutuksen alaisena.¹⁷⁰

S-300PMU-2 -järjestelmälle on kehitetty PMU-1 -järjestelmän 48N6 -ohjuksesta modernisoitu uusi 48N6M -ohjus (vientiversio 48N6E2). Se kykenee torjumaan 200km kantamallaan myös ballistisia ohjuksia 40km etäisyydelle. Laukaisualustoihin voidaan myös sijoittaa S-400 Triumf (SA-X-21 GROWLER) järjestelmään suunniteltuja pienempikokoisia 9M96 -ohjuksia. Kyseisellä ohjuksella varustettuja järjestelmiä on kutsuttu epävirallisesti myös S-300PMU-3 nimellä. Kantamat 9M96 ja 9M96M -ohjuksilla ovat 40km ja 120km. Vientiin tarkoitettuiden versioiden nimet kyseisille ohjuksille tunnetaan nimillä 9M96E ja 9M96E2 ja nimiä 96N6E ja 96N6E2 on myös niistä käytetty. Järjestelmä kykenee käyttämään myös vanhempia 5V55RUD (vientiversio 5V55U) mallisia ohjustyypppejä. Kaikki järjestelmän käyttämät ohjukset on sijoitettu säiliöihin, joita käytetään samalla varastointi-, kuljetus- ja laukaisusäiliöinä. 48N6M -ohjukset ovat huoltovapaita 10 vuoden ajan ja 9M96 -ohjukset 15 vuoden ajan.¹⁷¹



Kuva 11. S-300PMU-2 -järjestelmän ohjukset. Ylhäältä: 48N6E2, 9M96E2 ja 9M96E¹⁷²

48N6M -ohjus on kooltaan suurempi, kuin sen edeltäjä 48N6. Tähän syynä on uusittu rakettimoottori. Moottori käyttää kiinteätä polttoainetta ja sen paloaika on noin 12 sekuntia. Huippunopeuden ohjus saavuttaa 10 sekunnissa, jolloin se lentää 7,5 Mach nopeudella. Ohjus kykenee uudelleen muotoilluilla ohjaussiivkeillä ja työntövoimallaan yli 20g:n käännöksiin.

Ampumatilanteessa ohjukset singotaan ulos säiliöistään kaasukatapultin avustuksella ennen rakettimoottoreiden syttymistä. Ne syttyvät ohjuksen ollessa 30 metrin etäisyydellä laukaisualustastaan. Ohjus hakeutuu maaliinsa TVM -ohjausta ja puoliaktiivista tutkaa hyväksi käyttäen. Ohjuksessa käytetään 180kg konventionaalista ohjattavaa taistelulatausta, joka on optimoitu erityisesti ballististen ohjusten torjumiseen. Se mahdollistaa taistelulatauksen toiminnan sovittamisen maalityypin mukaisesti sekä sirpaleviuhkan suuntaamisen maalin suuntaan. Ballistiseen ohjukseen kyetään vaikuttamaan aina 50m etäisyydelle.¹⁷³

9M96 ja 9M96M -ohjukset ovat vielä suunnittelu ja kehitysvaiheessa. Tarkempaa tietoa niiden käyttöön ottamisesta ei ole saatavilla julkisista lähteistä. Ohjukset eroavat toisistaan vain rakettimoottorin polttoaineen määrän osalta. M -version rakettimoottori on tämän johdosta 90cm pidempi ja antaa ohjukselle 80km pidemmän kantaman. Ohjukset ovat huomattavasti pienempikokoisia kuin muut S-300 -järjestelmän aiemmat ohjukset. Ne ovat myös liikehtimiskykyisempiä uuden ohjaustavan ansiosta. Ne saavuttavat enimmillään 15 mach:n nopeuden. Siivekkeiden lisäksi ohjuksen liiketilaa muutetaan kaasuvirtauksien suuntaa muuttamalla (Thrust Vectoring Control, TVC), joilla nopeat ja tarkemmat korjausliikkeet tulevat mahdollisiksi lennon loppuvaiheessa aina 35km korkeudella. Ohjuksen lentorata on 48N6M -ohjuksen tavoin erittäin suoraviivainen kohti ennalta laskettua ennakkopistettä. Suurin ero ohjusmallien välillä on niiden kohteen tuhoamisessa. 9M96 -ohjukset käyttävät omaa aktiivista tutkaansa vain lennon loppuvaiheessa muutamien sekuntien ajan. Tällöin ne tekevät viimeiset korjausliikkeensä ja valmistautuvat tuhoamaan maalinsa suoralla osumalla ("hit to kill"). Tuhoutuminen varmennetaan ohjuksen suhteellisen pienellä taistelulatauksella. Ohjuksessa käytetään reittivaiheessa ohjaukseen inertiaan perustuvaa paikkatietojärjestelmää (Inertial Navigation System, INS). Simulaatio- ja testiammunnoissa ohjus on tuhonnut ballistiset ohjukset 80% todennäköisyydellä ja ballististen ohjusten pelkät taistelukärjet 70% todennäköisyydellä.¹⁷⁴

Järjestelmään kuuluu myös toimintaa tukevia osia. Tuliasemien valmistelun suorittaa 1T12-2M-2 mittausajoneuvo. Tukiajoneuvoja ovat myös 5T58 ohjustenkuljetusajoneuvo sekä 22T6 latausajoneuvo.¹⁷⁵ Latausajoneuvo tullaan kuitenkin korvaamaan uudella 22T6E2 ajoneuvolla, jonka alustana käytetään venäläisvalmisteista kuorma-autoa nykyisen Ukrainalaisen KrAZ-260:n sijasta. Ajoneuvo tulee lataamaan uudet neljä ohjusta tyhjen ohjussäiliöiden tilalle 30min:ssa. Järjestelmän testaus on suoritettu onnistuneesti ja se odottaa sarjavalmistukseen tuloa.¹⁷⁶

5.4 Käyttöperiaatteet

S-300PMU-2 -järjestelmät kuuluvat nykyään osana muiden ilmatorjuntaohjusjärjestelmien kanssa Venäjän armeijan ilmavoimiin. Vuonna 1997 suoritettiin uudistus, jossa presidentin ukaasilla ilmapuolustusjoukot (PVO) ja ilma-avaruuspuolustuksen järjestelmä (VKO) lakkautettiin omina itsenäisinä puolustushaaroinaan. Johto-osia leikkaamalla ja yhdistämällä pyrittiin lisäämään järjestelmän tehoa ja saamaan aikaan kustannussäästöjä.¹⁷⁷

Ilmapuolustukseen kuuluvat ohjustorjuntajärjestelmät ovat osa taktisia ilmavoimia. Edelleen joukot on jaettu seitsemäksi ilmapuolustusarmeijaksi ja ne 49 lentorykmentiksi. Tähän kuuluu myös erillinen Moskovon Ilma- ja ilmapuolustusarmeija, johon on sijoitettu 51. ilmapuolustusarmeijakunta (yhteensä 37 ilmatorjuntaohjusrykmenttiä). Kuitenkin tällä hetkellä ilmavoimilla on käytössään vain yhteensä 25 taistelukykyistä ilmatorjuntaohjusrykmenttiä ja -prikaatia.¹⁷⁸

Venäjän ilmavoimien käyttöperiaatteissa on Neuvostoliiton ja Varsovan liiton hajottua korostettu puolustuksellista riittävyyttä. Ilmatorjuntaohjusjoukkojen tehtäväksi on annettu sotilaallisesti ja poliittisesti tärkeiden kohteiden sekä joukkoryhmitysten suojaaminen. Ne muodostavat asejärjestelmillään ilmapuolustuksen pääasiallisen tulivoiman. Tällä hetkellä Venäjällä ilmatorjuntaohjusjoukot on jaettu kahteen erilliseen ilmatorjuntajärjestelmään (maavoimien ja ilmavoimien järjestelmät). S-300PMU-2 -järjestelmä on sijoitettuna näistä ilmavoimien järjestelmään. Sillä torjutaan strategisella tasolla risteilyohjuksia sekä taistelualueen ballistisia ohjuksia. Tärkeiden sotilaallisten, poliittisten ja humanitääristen kohteiden suojaaminen voidaan toteuttaa sillä kohteensuojaamistehtävällä.¹⁷⁹

S-300PMU-2 -järjestelmät liittyvät osana ohjusrikaatia tai divisioonaa kansalliseen ilmatorjuntajärjestelmään. Prikaatin tulenkäyttöä johdetaan joko Baikal-1 tai 9S82 D4M Polyana C3I johtopaikalta. Sitä voidaan johtaa myös divisioonan tasalla toimivilta Universal-1M tai Osnova-1 C3I johtopaikoilta. Kyseeseen saattavat tulla myös rykmentin johtamispaikkoina toimivat 5S99M-1 Senej-M tai 5S99M-2 Senej-M1E. Taktinen johtaja S-300PMU-2 -järjestelmille on joko rykmentin tai prikaatin johtopaikka. Sitä voidaan johtaa myös suoraan operaation johtokeskuksesta.¹⁸⁰

Baikal-1 C3I johtopaikan tehtävänä on muodostaa tulenkäytöllisesti yhtenäinen prikaati ja koordinoita yksiköiden toimintaa. Siihen voidaan liittää S-300 -järjestelmän yksiköiden lisäksi mm. SA-5 GAMMON (S-200), SA-11 GADFLY (9K37), SA-15 GAUNTLET (9K330) ja SA-19 GRISOM (2K22) yksiköitä. Tulenjohtodataa voidaan jakaa myös Ranzhir C2 -järjestelmälle ja SA-16 (9K310) ja SA-18 (9K38) tulipattereille. Näillä elementeillä kyetään luomaan taistelualueelle kerroksinen ja monipuolinen ilmatorjuntaosasto. S-300PMU-2 -yksiköt saavat näin myös tarvitsemansa lähisuojan. Johtopaikka on sijoitettuna kahteen perävaunuissa olevaan komentotilaan, joissa on työpisteet järjestelmän kuudelle operaattorille. Laitteistolla kyetään käsittelemään yhtäaikaaisesti 144 ilmamaalia, joista 80 voidaan kerrallaan lähettää ampuville yksiköille. Muodostettua ilmatilannekuvaa päivitetään joka kolmas sekunti. Järjestelmällä pystytään käsittelemään myös Osnova-1, Polye-E ja Pori-E järjestelmiltä saatua dataa.¹⁸¹

Isoimmissa operaatioissa Universal-1M johtaessa S-300PMU-2 -järjestelmien tulenkäyttöä, saadaan maalitietoja lisäksi suoraan ilmavoimien hävittäjiltä ja tiedustelukoneilta (IL-76/A-50 MAINSTAY). Myös Senej-M johtopaikka kykenee vaihtamaan maalitietoja hävittäjäkaluston kanssa.¹⁸²



Kuva 12. 85V6-A Vega -järjestelmän mittausasema.¹⁸³

S-300PMU-2 -järjestelmässä on käytetty myös täysin passiivista valvontajärjestelmää 85V6-A Vega, joka tuottaa maalitietoa sähkömagneettisesti hiljaisella ennakkovaroitustutkallaan. Järjestelmään kuuluu 3 Orion mittausasemaa, joiden tehtävänä on maalinhavaitseminen, paikantaminen ja analysointi triangulaatiota hyväksikäyttäen sekä yksi C² komentoajoneuvo. Siinä sijaitsevat elektroniikkaosat ja operaattoreiden työasemat. Ajoneuvoalustalle sijoitetut mittausasemat voidaan ryhmittää korkeintaan 30km:n etäisyydelle toisistaan. Komentoajoneuvo sijoitetaan yhden mittausaseman yhteyteen. Maalien suurin havaintoetäisyys on 400km ja enimmillään järjestelmä pystyy seuraamaan 100 maalia.¹⁸⁴ On esitetty arvioita, että Vega olisi parantanut yksikön suorituskykyä jopa 30% mm. vähentämällä ohjuskulutusta.¹⁸⁵

6 TORJUNTAJÄRJESTELMIEN VERTAILU

Patriot PAC-3 ja S-300PMU-2 -järjestelmien vertailu ei voi suorittaa suoraviivaisesti, koska amerikkalainen ja venäläinen taistelujaotus ei ole yhdenmukainen. Patriot -järjestelmät on ryhmitetty selkeisiin tuliyksikkö ja pataljoonakokonaisuuksiin, kun taas S-300 -järjestelmät ovat rykmentti tai jopa prikaatikokonaisuuksissa. Prikaateihin ja rykmentteihin on puolestaan sijoitettu tilanteenmukaisesti tarvittava määrä tuliyksiköitä ja niihin laukaisulavetteja. Vertailu on suoritettu järjestelmien välillä siten, että johtamisjärjestelmien tarkastelussa on Patriot pataljoonan ja S-300 prikaatin johtamisjärjestelmät. Tuliyksiköt ohjuksineen ovat sellaisinaan tuotu vertailtaviksi keskenään. Järjestelmien vertailusta tekee järkevää se, että ne on suunniteltu samanlaisiin tehtäviin. Järjestelmiä kehittäessä ovat maat myös vaihtaneet osaamistaan ja järjestelmän osia keskenään.

6.1 Johtaminen ja viestijärjestelmät

Ilmatorjunnan johtaminen jaetaan tulenkäytön johtamiseen, taktiseen johtamiseen ja huollon johtamiseen. Näistä muodostuu kokonaisuus ilmatorjunnan taistelun johtaminen. Johtaminen toteutetaan operaation johtokeskuksesta portaittain aina tuliyksiköihin asti usealla erilaisella viesti- ja johtamisjärjestelmällä.

Patriot PAC-3 -yksikön tulta johdetaan kolmen operaattorin voimin patterin taistelunjohtokeskuksesta (ECS). Taistelunjohtokeskukseen on liitetty yksikön laukaisualustat ensisijaisesti valokaapeleilla. Liikkuvassa taistelussa ja varamenetelmänä niitä voidaan käyttää taistelunjohtokeskuksen SINCGARS -radiokalustolla VHF -taajuudella enimmillään kymmenen km:n etäisyydelle. Antennimastoryhmät (AMG) ja välitysryhmä (CRG) yhdessä mahdollistavat linkkiyhteydellä laukaisut jopa 30km:n etäisyydeltä PADIL -viestijärjestelmällä UHF- taajuudella. Tutka-asema liitetään taistelunjohtokeskukseen kaapeliyhteyksin. Patterin tulenkäyttöä johdetaan pataljoonan tiedonhallintakeskuksesta (ICC). Pataljoonan alueelle luodaan tulenkäyttöyhteydet PADIL- viestijärjestelmällä antennimastoryhmien (AMG) ja välitysryhmien (CRG) kalustolla. Pataljoonan tiedonhallintakeskuksen kautta järjestelmä liitetään muuhun ilmatorjuntaprikaatiin tai mahdolliseen muuhun ylempään johtoportaaseen TADIL-J -verkon kautta, joka perustuu JTIDS -verkon (Joint Tactical Information Distribution System) protokollaan. Se on NATO Link 16 -yhteensopiva ja mahdollistaa näin yhteiset operaatiot minkä tahansa NATO:n JTIDS tai MIDS (Multifunctional Information Distribution System) -yksikön kanssa, kuten esimerkiksi THAAD, Arrow, SAMP/T, SHORAD ja Aegis -yksiköt. Maalitietoa Patriot -järjestelmään voidaan tuoda TADIL-J -verkon välityksellä esimerkiksi

TIBS -sateliiteistä, AWACS -tiedustelukoneista, ilmavoimien hävittäjiltä ja muilta Link 16 - yhteensopivilta asejärjestelmiltä.¹⁸⁶

Taktista ja huollon johtamista varten Patriot -järjestelmään on liitetty johto- ja suunnittelupaikat. Pataljoonasta löytyy kuorma-autoalustalle sijoitettu taktisen johtamisen järjestelmä (TCS), joka mahdollistaa suunnittelutoiminnan lisäksi pataljoonan taistelun ja huollon tilanteen seuraamisen. Kerrallaan järjestelmää käyttää ja valvoo kolme operaattoria. Tuliyksiköön on sijoitettu komentopaikka (BCP) vastaavia toimintoja varten. Sitä operoi kerrallaan kaksi henkilöä. Taktisen johtamistoiminnan mahdollistavat pataljoonan ja tuliyksikön komento- ja viestiverkot. Huollon toimintaa johdetaan puolestaan niille varatuissa viestiverkoissa pataljoonan ja tuliyksikön tasalla.¹⁸⁷

S-300PMU-2 -järjestelmässä suurena erona Patriot PAC-3 -järjestelmään on se, että omia tiloja ei ole varattu taktisen ja huollon johtamiseen ja suunnitteluun. Rykmentissä komentaja suunnittelee ja johtaa toimintaa samassa tilassa 54K6E2 johtokeskuksen kuuden operaattorin kanssa. Johtokeskuksesta käsin toteutetaan siis koko ilmatorjunnan taistelun johtaminen. Tulenkäytön johtamisessa korostuu myös S-300PMU-2 -järjestelmän rykmentin johtokeskuksen rooli verrattuna Patriot pataljoonan johtokeskukseen. Syynä tähän on se, että johtokeskuksen yhteyteen on sijoitettu järjestelmän tehokkaimmat valvontatutkat. PMU-2 -tuliyksiköiden tutkat kuitenkin pystyvät maalinetsintäänkin poiketen vanhemmista S-300P (SA-10 Grumble) -järjestelmistä. Pattereissa johtamispaikat on sijoitettu 36N85E TOMBSTONE monitoimitutkan yhteyteen. Samassa tilassa toimii myös patterin tulenjohtokeskus. Erona Patriot -järjestelmään pattereiden ohjusjaoksissa on vielä komentotila liitettynä yhteen laukaisualustaan. Sen tehtävästä ei ole kuitenkaan ollut saatavissa tarkempaa tietoa.

Johtamisyhteydet patterin ja rykmentin sisällä on toteutettu radio ja data yhteyksin linkkien välityksellä. Patterit voidaan sijoittaa enimmillään 15km:n etäisyydelle rykmentin johtopaikasta toimivien yhteyksien takaamiseksi. Patriot -yksiköt kyetään sijoittamaan puolestaan jopa 15km kauemmaksi. Ohjuslavetit kytketään monitoimitutkaan ensisijaisesti data-linkillä. Varmentavana yhteytenä tai varatienä voidaan käyttää myös kaapeliyhteyksiä. Rykmentin johtopaikkaan voidaan liittää muita ilmapuolustusjärjestelmään kuuluvia asejärjestelmiä Patriot pataljoonan tapaan, mutta yhteydet muihin maalitietoa tuottaviin järjestelmiin voidaan muodostaa vasta prikaatin tasalla. Näitä voivat olla yhteydet mm. ilmavoimien hävittäjiin ja tiedustelukoneisiin.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että Patriot -järjestelmä vaikuttaa paremmin liikesodankäyntiin sopivammalta. Se kykenee toimimaan pidemmällä etäisyyksillä ja sen laukaisualustojen kaukokäytettävyys lisää huomattavasti yksiköiden taktista monikäyttöisyyttä. Molemmat järjestelmät kykenevät johtamaan muita yksikkötyyppejä, sekä vastaanottamaan maalitietoa useasta eri lähteestä. Patriot on kuitenkin liitettävissä alemmalta tasolta muuhun ilmapuolustusjärjestelmään, joka mahdollistaa yhden pataljoonan monipuolisemman käytön esimerkiksi ilmatorjuntaosaston johtajana.

Johtamistoiminta on keskittynyt jokaisen osa-alueen osalta S-300PMU-2 -järjestelmässä samoihin tiloihin. Tämä voi tehdä siitä mahdollisesti haavoittuvamman, koska yhden johtamispaikan tuhoutuminen lamaannuttaa koko johtamistoiminnan. Kummatkin yksikkötyypit kykenevät kuitenkin toimintaan valvontakykynsä ansiosta, vaikka johtokeskuksen toiminta olisi estynyt. Molempien järjestelmien kehitysvaativuutena on myös ollut kyky toimia elektronisen häirinnän alaisena.

6.2 Valvonta- ja tulenjohtojärjestelmät

Järjestelmien eroavaisuudet valvonta- ja tulenjohtojärjestelmissä ovat huomattavia. Patriot järjestelmässä tuliyksikön yksi AN/MPQ-65 monitoimitutka hoitaa maalin etsinnän ja osoituksen. Tällä saadaan aikaan itsenäiseen toimintaan kykeneviä yksiköitä, mutta tutkan havainnoissa vain tiettyyn 110° sektoriin onnistuneen ilmauhka-arvion laadinta korostuu. Kat-tavan torjuntakyvyn saamiseksi joudutaan käyttämään myös useampaa tuliyksikköä kuin venäläisessä järjestelmässä. Siinä alue saadaan valvottua jokaisesta suunnasta yhdellä rykmentillä. Sen kahden eri 360° valvovan tutkamallin (64N6E2 BIG BIRD-D ja 96L6) käyttämisessä on hyvää se, että valvontakykyä on vaikea saada lamautettua häirinnällä. Maaleilla kyllästäminen on huomattavan vaikeaa, koska BIG BIRD tutkalla kyetään seuraamaan yhtäaikaaisesti jopa 300 maalia ja 96L6 tutkalla 100 maalia. Valvontaetäisyys molemmilla tutkilla on 300km. Liitteessä 6 on esitetty järjestelmien tutkien tekniset tiedot.

S-300PMU-2 -yksiköt kykenevät uuden monitoimitutkansa 36N85E TOMBSTONE ansiosta myös itsenäiseen toimintaan. Sen 200 km:n valvontaetäisyys on kaksinkertainen Patriotin tutkaan nähden, mutta se kykenee tuottamaan torjuntadataa kerrallaan vain kuudelle ohjukselle. AN/MPQ-65 tutka pystyy vastaavasti yhdeksän ohjuksen hallintaan yhdenaikaaisesti. Molempien järjestelmien tutkat ovat toteutettu vaiheistetuilla antennielementeillä, joiden keilamuotoja voidaan muuttaa nopeasti tietokoneella jokaiseen maalityyppiin sopivaksi keskenmittauksen. Tämä ominaisuus helpottaa ballististen ohjusten torjuntaa, koska ohjus maalina

vaatii tutkalta erilaisia ominaisuuksia kuin muut tavanomaiset maalityypit. Kiinteätä sektoria valvoessaan Patriotin tutka kykenee nopeammin reagoimaan torjuttavan ohjuksen liikkeisiin ja lähettämään vaadittavat korjauskomennot torjuntaohjuksiin. Molemmat tutkat käyttävät ohjaukseen kaksisuuntaiseen linkkiyhteyteen perustuvaa TVM -ohjausta. Tulenjohtokeskus on S-300PMU-2 -yksikössä sijoitettu tutka-aseman yhteyteen. Patriot -yksikössä tulenkäyttöä johdetaan omasta taistelunjohtokeskuksesta. Sieltä myös tutkaa operoidaan kaukokäyttöisesti. Tämä lisää yhdysvaltalaisen järjestelmän taistelunkestävyyttä. Tutkan toiminnan estyessä tuli-toimintaa voidaan jatkaa ylemmän johtoportaan tuottaman torjuntadatan avulla.

Peitteisessä maastossa venäläinen järjestelmä on ylivoimainen yhdysvaltalaiseen verrattuna, koska sen rykmentin valvontatutkista 96L6 ja pattereiden tutkat ovat sijoitettavissa mastoihin. Mittausasemien vaihto onnistuu siltä myös nopeammin, koska kaikki tutkat ovat sijoitettuna maastokuorma-autojen alustoille. Vanhoista asemista irtautumiseen kuluu aikaa 5 min. Saman verran aikaa kuluu myös mittausvalmiuden saavuttamiseen aseisiin ajon jälkeen. Patriotin perävaunuun sijoitetulta tutkalla aikaa molemmissa tapauksissa kuluu vähintään 30min.

Järjestelmien valvontakykyä kyetään lisäämään liittämällä niihin muita sensoreita. Patriot PAC-3 -järjestelmään voidaan liittää THAAD -järjestelmän X -alueella toimiva tutka, jolla valvontaetäisyys saadaan kasvatettua jopa 1000 km:iin. Onnistuneita testejä on jo kyseisellä kokoonpanolla suoritettu marraskuussa vuonna 2004.¹⁸⁸ Molempiin järjestelmiin voidaan tuoda valvontatietoa satelliiteilta, ilmavoimien hävittäjiltä, yhteensopivilta asejärjestelmiltä sekä muilta ylemmän johtoportaan hallintaan kuuluvilta sensoreilta. S-300PMU-2 -järjestelmään kokoonpanoon on ollut myös liitettynä täysin passiivinen 85V6-A Vega valvontajärjestelmä, joka tuottaa maalitietoa sähkömagneettisesti hiljaisella ennakkovaroitustutkallaan. Sillä kyetään valvontaan 400km:n etäisyydelle.

6.3 Liikkuvuus

Maastoliikkuvuutensa osalta S-300PMU-2 -järjestelmä on parempi. Se on kokonaisuudessaan sijoitettu maastokuorma-autoihin. Patriot PAC-3 -järjestelmässä laukaisualustat sekä tutka ovat sijoitettuna kuorma-autoilla hinattaviin perävaunuihin. Niiden maastoliikkuvuus on heikko, koska ne vaativat kantavat ja leveät tiet. Kääntösäteet ovat myös perävaunuilla suuret. Muut järjestelmän osakokonaisuudet ovat joko maastoajoneuvoihin tai kuorma-autoihin sijoitettuja. Molemmat järjestelmät sisältävät raskaita ja korkeita ajoneuvoja, joiden rajoitukset tulee ottaa huomioon siirtymisreittejä suunniteltaessa. Patriot PAC-3 järjestelmän siirtotavoiksi operaatioalueelle ilmoitetaan myös rautatie-, meri- ja ilmakuljetukset. Ilmakuljetuksilla

taataan järjestelmälle hyvä strateginenkin liikkuvuus. Operaatioon voidaan myös siirtää ensin pienin tulitoimintaan kykenevä osasto (MEP), jolla voidaan aloittaa tulenkäyttö sekä suunnittelutyö.

Venäläinen järjestelmä irtautuu kokonaisuudessaan tuliasemistaan viidessä minuutissa. Tuliasemiin ryhmittymisen ampumavalmiiksi vie myös saman verran aikaa. Jos tutkia on sijoitettu mastoihin, aikaa niiden osalta kuluu noin 40 min. Yhdysvaltalainen järjestelmä tarvitsee aikaa asemista irtautumiseen 30 min ja tulivalmiuden saavuttamiseen marssilta 45 min. Suurin syy tähän on perävaunuun sijoitetut laukaisualustat ja tutkat. Patriot -yksikössä on myös rakennettuja kaapeliyhteyksiä enemmän. Tutka ja laukaisualusta on liitetty taistelunjohtokeskukseen kaapelein. Taktista käytettävyyttä parantaa huomattavasti kuitenkin laukaisualustojen kaukokäyttöominaisuus. Näin tuliyksiköitä voidaan siirtää portaittain uusiin tuliasemiin. Venäläisessä järjestelmässä yhteydet laukaisualustoihin toteutetaan ensisijaisesti vain radioyhteyksin. Tutkan ja tulenjohtokeskuksen yhteydet ovat kiinteitä, koska ne ovat sijoitettuna samaan ajoneuvoon. Molemmat yksikkötyypit sisältävät vain yhden tutkan. Tämän siirtyessä tai tuhoutuessa voidaan Patriot -järjestelmän tuliyksikön joukkueita johtaa toisen tuliyksikön taistelunjohtokeskuksesta (ECS) välitysryhmän (CRG) kautta. Yhdellä keskuksella voidaan johtaa yhtä paikallista kolme laukaisualustaista joukkuetta ja kolmea kaukokäytettyä joukkuetta. Venäläisellä järjestelmällä tällaista ominaisuutta ei lähteissä ole tuotu esille.

6.4 Suoja

Kummassakin järjestelmässä osakokonaisuudet on sijoitettu pääosin kuorma-autoihin ja niiden alustalla oleviin kontteihin. Lisäksi PAC-3 -tuliyksikön laukaisulavetit ja tutka ovat sijoitettuna perävaunuihin. Nämä eivät tarjoa ballistista suojaa sirpaleita ja osiltaan myöskään kiväärikaliberisia luoteja vastaan. Yksiköiden tuleekin suojata kriittiset kohteensa maastouttamalla, hajauttamalla, naamioimalla, linnoittamalla sekä asemanvaihoilla. Oman toiminnan suojaaminen ja vartioinnin tehokkuus määrittävät taistelunkeston pintavihollista vastaan.

Molemmat järjestelmät voivat valmistajien mukaan toimia elektronisesti häirityissä olosuhteissa sekä NBC -aseiden vaikutuksen alaisena. Useamman tutkajärjestelmän johdosta S-300PMU-2 -järjestelmän häirinnäsietokyky voidaan olettaa korkeammaksi. Kuitenkin tuliyksikön sisällä vain radioilla toimiessa on riskinsä. Patriot PAC-3 -yksiköissä ensisijaisesti rakennetaan kaapeliyhteydet tuliyksikön sisälle myös laukaisulavetteihin.

Yksiköiden suojaa voidaan parantaa osakokonaisuuksia hajauttamalla. Patriot -yksikkö muodostaa yhden ison maalin johtamisosillaan. Samalle alueelle kenttäohjeohjesäännön mukaan ryhmitetään tutka-asema, taistelunjohtokeskus, antennimastoryhmä sekä sähkövoimakone. Välimatkat näillä osilla ovat vain noin 10 metriä toisistaan. Ne siis muodostavat yhden maalin, jonka paikantaminen on helpointa tutkan lähetteen perusteella. Laukaisualustat voidaan sijoittaa enimmillään 1200 metrin päähän tutka-aseasta. Tämä mahdollistaa niiden hajauttamisen laajalle alueelle, mutta niiden tulee kuitenkin sijaita tutkan valvontasektorissa. Hajauttamista kyetään tehostamaan myös laukaisualustojen kaukokäytteisillä. Pataljoonan komentopaikka muodostaa järjestelmän toisen suuremman maalin. Sen alueella ei kuitenkaan sijaitse tutkia, joten säteilyyn hakeutuvilta ohjuksilta komento-osat ovat suojassa. Vihollisen täytyy tiedustella ja maalittaa kohde jollakin muulla tavalla. Tuliyksiköt voidaan sijoittaa enimmillään 30km:n etäisyydelle pataljoonan johtokeskuksesta.

S-300PMU-2 järjestelmä kyetään hajauttamaan suppeammalle alueelle sen viestijärjestelmän vuoksi. Pattereiden tulee sijaita johtokeskuksesta korkeintaan 15km:n etäisyydellä. Laukaisualustojen hajauttamista rajoittaa tulenjohtotutkan linkkijärjestelmä. Alustojen etäisyydestä tutkaan ei ole ollut saatavissa tietoa käytetyistä lähteistä. Kuitenkin hajauttamista helpottaa ohjusten pystysuoraan tapahtuva laukaiseminen, joka ei aseta merkittäviä rajoitteita laukaisualustojen sijainnille. Järjestelmässä kaikki johtamistoiminta on keskitetty yhteen paikkaan niin rykmentissä kuin tuliyksiköissäkin. Tuliyksikössä lisäksi tutka ja tulenjohtokeskus ovat samassa ajoneuvossa. Taistelunkestävyyden kannalta tämä ratkaisu ei hyvä, koska jo yhden osakokonaisuuden tuhoutuminen vaikuttaa ratkaisevasti taistelukykyyn. Suojaa venäläisessä järjestelmässä haetaan liikkeestä. Rykmentin johtokeskus on helpommin havaittavissa kuin Patriot -järjestelmän vastaava. Syynä ovat johtopaikan alueelle sijoitettujen tutkien lähettämä säteily. Mikäli järjestelmään on liitetty passiivinen Vega -valvontajärjestelmä, tämä ongelma saadaan halutessa poistettua kokonaan.

Järjestelmien ominaisuuksien vuoksi ne eivät kykene torjumaan lähietäisyydellä toimivia ilmamaaleja. Syynä voivat olla ohjusten lyhimmän torjuntaetäisyyden lisäksi myös alueelle muodostuneet katvealueet. Patriot -järjestelmään kuuluu orgaanisesti Stinger ilmatorjuntaohjusryhmiä. Ne kykenevät 4800 m:n kantamallaan suojaamaan tärkeimpiä osakokonaisuuksia, kuten pataljoonan ja tuliyksikön johto-osia. Venäläiseen järjestelmään ei kuulu orgaanisesti tällaista suojaa. Lähitorjuntaan kykeneviä asejärjestelmiä kuitenkin voidaan liittää järjestelmään.

6.5 Ampumatarvikkeet

Ampumatarvikevalikoimaltaan molemmat järjestelmät ovat monipuolisia ja niiden käyttöön on tulossa edelleen uusia ohjustyyppieitä. Pääampumatarvikkeina olevat ohjukset MIM-104F ja 48N6M ovat kummassakin järjestelmässä suunniteltu erityisesti ballististen ohjusten torjuntaan. Niiden ohjaus on myös toteutettu samankaltaisella TVM -ohjauksella. Vanhemmat ohjustyyppit ovat molemmissa tapauksissa suunniteltu ensisijaisesti aerodynaamisten maalien torjuntaan. Venäläisessä järjestelmässä ohjus laukaistaan pystysuoraan. Se singotaan kaasukaupultilla ulos säiliöstään, jonka jälkeen sen matkamoottori vasta syttyy. Patriot -järjestelmässä laukaisualustan tulee olla suunnattuna tietyllä tarkkuudella kohti maalia. Liitteessä 7 on esitetty järjestelmien ohjusten tekniset tiedot.

MIM-104F -ohjus jää 70km:n kantamallaan selkeästi 48N6M -ohjuksen 200km:n kantamasta. Venäläinen ohjus on myös selkeästi nopeampi. Yhdysvaltalaisen ohjuksen pienen koon ansiosta niitä voidaan sijoittaa yhteen laukaisualustaan yli viisi kertaa enemmän. Tulivoima on näin yhdessä tuliyksikössä huomattavasti suurempi. Kohteen tuhoaminen suoritetaan MIM-104F -ohjuksilla suoralla osumalla. 48N6M ohjus on varustettu puolestaan 180kg taistelulatauksella, jonka sirpaleviuhkaa voidaan suunnata maalin sijainnin mukaan. Tällä tavoin on pyritty optimoimaan ballististen ohjusten torjunta. Onnistuneita torjuntia on tehty molemmilla ohjustyypeillä. Kuitenkin vain Patriot -järjestelmää on käytetty sotatoimissa. Teknisten tietojen perusteella voi arvioida MIM-104F -ohjuksen kykenevän torjumaan vain taktisia ballistisia ohjuksia. 48N6M -ohjus puolestaan saattaa kyetä jopa torjumaan lyhyen kantaman ballistisia ohjuksia.

S-300PMU-2 -järjestelmän käyttöön on tulossa lähitulevaisuudessa kaksi uutta ohjusta. 9M96 ja 9M96M -ohjukset ovat huomattavasti pienempikokoisia ja nopeampia kuin S-300 -järjestelmän aiemmat ohjustyyppit. Niiden kantamat ovat 40km ja 120km. Torjunta perustuu suoraan osumaan kuten MIM-104F -ohjuksella. Maalin tuhoutuminen tullaan kuitenkin vielä varmentamaan pienellä taistelulatauksella. Patriot -järjestelmään ollaan myös kehittämässä uutta PAC-3 MSE ohjusta. Uudella rakettimoottorilla ja ohjausosilla sen liikehtimiskykyä parannetaan ja kantama kaksinkertaistetaan. Ensimmäiset testit on suunniteltu vuodelle 2007.

7 BALLISTISTEN OHJUSTEN TORJUNTAJÄRJESTELMIEN KEHITYS

7.1 Johdanto

Taktisten ballististen ohjusten merkitys ns. ”häirikkö valtioiden” painostuskeinona sotilaallisesti voimakkaampia valtioita, kuten Yhdysvallat ja Venäjä, vastaan kasvaa yhä lähitulevaisuudessa. Myös keskipitkän kantaman ohjuksia kehitetään näissä valtioissa yhä kiivaammin ja niitä on myös jo saatu käyttöön. Ohjukset perustuvat suurimmilta osin venäläis-/neuvostoliittolaisperäisiin ohjusjärjestelmiin, kuten keskimatkan SS-4 -ohjukseen ja eri SS-1 (Scud) -ohjusversioihin. Pohjois-Korean 1300 km:n kantaman No-dong 1 -ohjukset ovat tästä kehitystyöstä hyvänä esimerkkinä. Ne tulivat operatiiviseen käyttöön vuonna 1998 vajaan 20 vuoden maanalaisen kehitystyön tuloksena. Pohjois-Korea tuottaa tällä hetkellä No-dong 1 -ohjuksien rinnalle kattavaa ohjusjärjestelmää. Keskipitkän kantaman No-dong 2 -ohjus tulee korvaamaan No-dong 1 versiot ja Taep'o-dong 2 tulee täyttämään mannertenvälisten ohjusten tarpeen. Myös Iranilla ja Pakistanilla on No-dong 1 -ohjukseen pohjautuvat hankkeensa. Pakistan kehittää Ghauri -järjestelmäänsä ja on suorittanut sillä ensimmäiset testilennot vuonna 2004 1500 km:n kantaman Hatf-5 -ohjuksilla. Iranin Shahab -järjestelmä tulee puolestaan sisältämään valmistuessaan ohjuksia aina mannertenvälisiin ohjuksiin saakka. Tällä hetkellä siihen kuuluu kuitenkin vain operatiivisesti keskipitkän kantaman Shahab 3 -ohjus, jolla kyetään toimimaan vain siviilikohteita vastaan. Helmikuussa 2007 Iran laukaisi kuitenkin jo ensimmäisen ohjuksen avaruuteen, joka kertoo nopeasta kehitystyöstä. Aktiivisia ballististen ohjusten kehittäjämailta ovat myös Irak, Kiina ja Intia.¹⁸⁹

Suuntauksesta johtuen myös torjuntajärjestelmien tulee kehittyä. Yhdysvaltain ballististen ohjusten puolustusjärjestelmän kautta pyritään samaan aikaan kattava suoja niin kansallisesti kuin maailmanlaajuisesti. Kahden vuoden vaiheisiin (Block) jaetulla kehityssuunnitelmalla tullaan tuottamaan jokaisen torjunnan vaiheeseen omat asejärjestelmänsä, jotka toimivat yhden johtokeskuksen alaisuudessa. Block 2006:n, joka käsittää vuodet 2006 ja 2007, päätaavoitteena on lisätä lyhyen kantaman ja keskimatkan ohjusten torjuntakykyä, lisäämällä järjestelmään uusia valvontasensoreita sekä jatkaa asejärjestelmien kehitystyötä. Patriot PAC-3 -järjestelmään tullaan tuottamaan lisää ohjuksia sekä aloittamaan Patriot PAC-3 MSE -ohjuksen testaus. Toisena loppuvaiheen torjuntajärjestelmänä tullaan kehittämään THAAD -järjestelmää. Sen ohjuksien ja sensoreiden testausta tullaan myös toteuttamaan Patriot PAC-3 -järjestelmään liitettynä.¹⁹⁰ Patriot PAC-3 -järjestelmän elinkaareksi on arvioitu noin 30 vuotta. Sen korvaamisesta vuosien 2012-14 välisenä aikana PAC-3 -ohjusta käytävällä MEADS -järjestelmällä on myös suunniteltu.

Venäjä jatkaa myös oman ilmapuolustusjärjestelmänsä uudistamista. Tähän on kuulunut myös kattavan puolustuksen luominen Itsenäisten Valtioiden Yhteisön (IVY) alueelle. Se kattaa tällä hetkellä koko Venäjän federaation alueen, Armenian, Georgian, Kazakstanin, Kirgisian, Tadžikistanin, Turkmenistanin, Ukrainan, Uzbekistanin ja Valko-Venäjän. Vain Azerbaidzhan ja Moldova ovat sen ulkopuolella.¹⁹¹ Tuoreimpana esimerkkinä kyseisen järjestelmän kehittämisestä oli neljän uuden täydellisen S-300P (SA-10 Grumble) -järjestelmän antamisesta NATO:n rajalla sijaitsevan Valko-Venäjän käyttöön vuoden 2006 lopulla. Maassa sijaitsi jo ennestään neljä venäläistä S-300PS -järjestelmää.¹⁹²

Kehittämishjelmaan Venäjän ilmapuolustuksen osalta kuuluu strategisten suuntien ilmatorjuntaryhmitysten yhteisen johtojärjestelmän luominen. Myös puutteellista valvontakykyä pyritään parantamaan uusilla sensori- ja tutkajärjestelmillä. Tämä on jatkoa jo vuonna 1997 aloitetulle ilmavoimien ja ilmapuolustusjoukkojen yhdistämiselle. Ohjusjoukkojen henkilöstön ja kaluston osalta vuosi 2003 oli käännekohta. Taisteluammuntoja lisättiin puolella sekä S-400 -järjestelmän kehitystyö aloitettiin uudelleen. Tämän järjestelmän kehitystyötä jatketaan edelleen pääosin uuden 400 km:n kantaman ohjuksen osalta. Tällä järjestelmällä lähivuosien aikana kyetään kattamaan Venäjän ilmapuolustuksen aukkoja. Arvioiden mukaan vuonna 2010 noin 60% sen pinta-alasta olisi S-400 -järjestelmän kantaman sisällä, kun vuonna 2004 oli yli 50% pinta-alasta ilmatorjunnan ulkopuolella. Lisäksi uudella järjestelmällä saavutetaan parempi kyky ballististen ohjusten torjuntaan.¹⁹³ S-400 -järjestelmä tulee arvioiden mukaan olemaan Venäjän ilmatorjunnan avainroolissa 2020-30 -luvulle saakka. Tavoitteena on tulevaisuudessa operoida vain 2-4 kpl kauaskantoisella ja 5-7 kpl lyhyen kantaman ohjusjärjestelmällä.¹⁹⁴

7.2 Loppuvaiheen torjuntajärjestelmien kehitys

Yhdysvallat kehittävät Patriot PAC-3 -ohjuksesta jo aiemmin tutkielmassa ilmi tulleen Patriot PAC-3 MSE -ohjuksen lisäksi meriperustaista järjestelmää sekä ilmasta laukaistavaa versiota. Meriperustaisena se tulisi toimimaan Aegis BMD -järjestelmään integroituna. Torjuntatehtävät kyettäisiin näin jakamaan kahden ohjustyyppin kesken tilanteen mukaisesti. Torjuntajen suorittamiseen tultaisiin käyttämään Aegis -järjestelmän tutkia ja valvontasensoreita. Kyseisen integraation mahdollisuuksia tutkii USA:n ohjustorjuntavirasto (MDA) yhdessä merivoimien (U.S. Navy) kanssa. Ensimmäiset testit nähdään olevan mahdollisia vuoden 2010 lähettävillä.¹⁹⁵ Ilmasta laukaistavina (air-to-air) PAC-3 -ohjukset tullaan sijoittamaan suunnitelmien mukaan F-15C hävittäjiin kahdessa kahden ohjuksen säiliössä. Valmistaja Lockheed Martin on tehnyt USA:n ohjustorjuntaviraston (MDA) kanssa yhteensä 5 miljoonan dollarin

sopimuksen järjestelmän kehittämisestä. Ensimmäiset havainnollistavat taktisten ballististen ohjusten ja risteilyohjusten torjunnat sillä tullaan suorittamaan kahden vuoden kuluessa valmistajan mukaan. Valmiina ollessaan järjestelmällä tulee olemaan kaksi erityyppistä tehtävää. Ensimmäisessä mallissa hävittäjillä suoritettavalla ilmapartioinnilla (CAP) tuhotaan maalit jo niiden lähtövaiheessa laukaisualueilla. Toisessa mallissa ohjuksilla suojataan kotialuetta rannikolla tapahtuvalla valvonnalla. Torjunnat tullaan suorittamaan hävittäjien tutkien tuottaman torjuntadatan avulla. Erillisiä maatutkia ei näin tarvita.¹⁹⁶

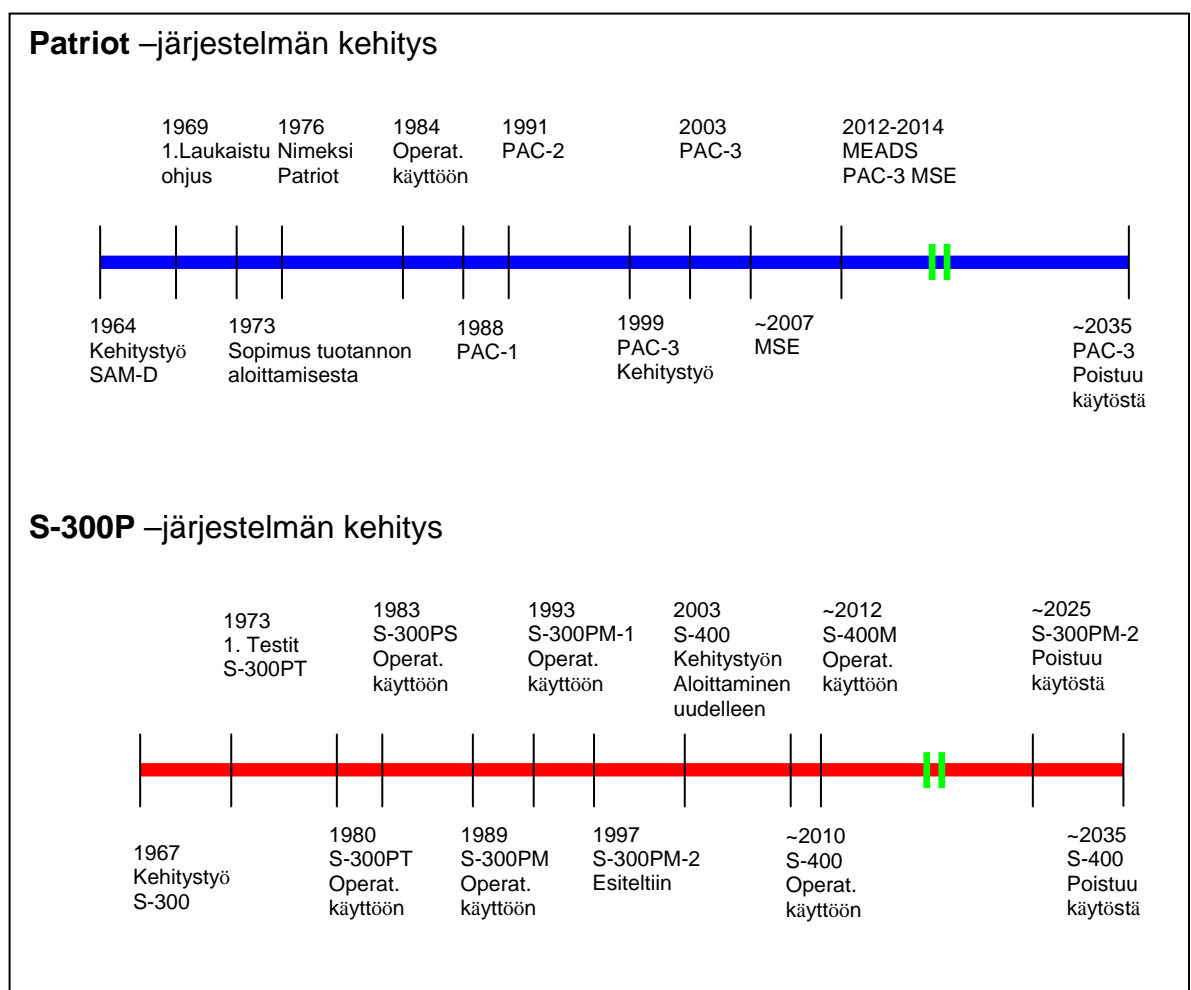
Patriot -järjestelmän kanssa tulevaisuudessa yhteistorjuntaja suorittavan THAAD -järjestelmän kehitystyö aloitettiin vuonna 1992 rakentamissopimuksen allekirjoittamisen jälkeen. Se on suunniteltu liikkuvaksi maasijoitteiseksi loppuvaiheen torjuntajärjestelmäksi, joka kykenee torjumaan lyhyen- ja keskimatkan ohjuksia jo ilmakehän yläosassa (upper-tier system). Torjuntaetäisyys tulee olemaan 200km ja torjuntakorkeus 20-50 kertaa suurempi kuin Patriot -järjestelmällä. Maalin tuhoamin perustuu suoraan osumaan ("hit to kill") kuten Patriot PAC-3 -ohjuksellakin. Valvonta sensorina järjestelmässä käytetään 1000 km:iin mittaavaa X-alueen monitoimitutkaa. Järjestelmän ohjuksen testaukset aloitettiin vuonna 1995. Koeammunnoissa 90 -luvulla ammuttiin kahdeksan ohjusta, joista kuusi epäonnistui tehtävässään. Tämän johdosta järjestelmä ehdittiin jo leimata epäonnistuneeksi, mutta sen kehitystyö aloitettiin uudestaan vuoden 2000 jälkeen. Nyt ohjuksella on suoritettu onnistuneita torjuntaja ohjusmaaleja vastaan ja ensimmäisen yksikkö saadaan varustettua arvioiden mukaan vuonna 2009. Siihen kuuluu yhdeksän laukaisuajoneuvoa, joissa kussakin on 10 laukaisuvalmista torjuntaohjusta. Lisäksi yksikköön kuuluu yksi monitoimitutka. Järjestelmästä on myös kehitteillä meriperustainen sekä ilmasta laukaistava (air-to-air) versio.¹⁹⁷

Venäläistä S-300PMU-2 järjestelmää tullaan lähitulevaisuudessa kehittämään ohjusvalikoimansa osalta. S-400 -järjestelmään suunnitellut 9M96E2 ja 9M96E ohjukset tulevat olemaan järjestelmän käytössä lähivuosien aikana. Tällöin siitä tullaan käyttämään nimitystä S-300PM-3/PMU-3.¹⁹⁸ Sillä tullaan operoimaan arvioiden mukaan vielä 20 vuotta¹⁹⁹.

S-400 Triumf (SA-X-21A GROWLER) -järjestelmä on siis Venäjän uusi kauaskantoinen ohjusjärjestelmä, joka perustuu S-300PMU-2 jatkokehittelyyn. Se on tarkoitettu vastaaviin tehtäviin kuin edeltäjänsä, mutta sen laitteistoja on uudistettu ja ohjusvalikoimaan tulee uusi tällä hetkellä kehitteillä oleva 400 km:iin kantava 40N6 -ohjus. Sen avulla kyetään torjumaan kantamaltaan keskimatkan ballistisia ohjuksia. Järjestelmää varten on kehitetty myös uusi 96L6 valvontatutka, mutta se on jo otettu käyttöön S-300PMU-2 -järjestelmässä.²⁰⁰ Suurin hidaste tällä hetkellä järjestelmän kokonaisvaltaiselle valmistumiselle on rahoitusongelmat,

jotka estävät 40N6 -ohjuksen testauksien loppuunsaattamisen. Käyttöön tullessaan järjestelmä on liitettävissä kaikkien puolustushaarojen johtamisjärjestelmän eri portaisiin ja erityisesti kuitenkin ilmavoimien rakenteeseen. Tämän mahdollistaa uusi viestijärjestelmä. Se mahdollistaa toimimisen myös yhdessä Moskovan suojaksi rakennetun A-135M -järjestelmän kanssa. Patterin kokoonpanoa on vielä mahdoton toistaiseksi arvioida, koska sillä voidaan ampua jopa neljän eri kantaman ohjusta. Perus runkona voidaan kuitenkin olettaa olevan S-300PMU-2 -järjestelmän kaltainen organisaatorakenne. Ensimmäiset yksiköt uudella 40N6 -ohjuksella tulevat operatiiviseen käyttöön arviolta vuonna 2010 ja järjestelmän elinkaareksi on arvioitu noin 30 vuotta.²⁰¹

Venäjän maavoimien ja ilmavoimien ilmatorjuntaohjusjärjestelmistä ollaan myös muodostamassa uutta asejärjestelmää. S-400M Samoderzhets (SA-X-21B GROWLER, tunnetaan myös S-500 nimellä) -järjestelmään on yhdistetty S-300VM (SA-12 GLADIATOR/GIANT) ja S-400 Triumf -järjestelmien osakokonaisuuksia. Se kykenee ampumaan näin useita eri kantaman ohjustyyppisiä. Operatiiviseen käyttöön sitä on kaavailtu vuodesta 2012 alkaen.²⁰²



Taulukko 2. Torjuntajärjestelmien kehitys

8 YHDISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kahden loppuvaiheen torjuntajärjestelmän kyky ballististen ohjusten torjuntaan niiden ominaisuuksia ja käyttöperiaatteita tutkimalla. Länsimaisista järjestelmistä tutkittiin yhdysvaltalaista Patriot PAC-3 -järjestelmää ja venäläisistä järjestelmistä tutkittavaksi otettiin S-300PMU-2. Ballististen ohjusten kehitystä ja ominaisuuksia tutkimalla pyrittiin luomaan perusta torjuntajärjestelmien tarkastelulle. Saatiin myös selville se, että nykyisien keskimatkan ballististen ohjusten kehitys pohjautuu INF -sopimuksella rajoitettujen ohjusten tekniikkaan. Ballististen ohjusten torjuntajärjestelmiä ja torjuntamenetelmiä tarkasteltiin myös yleisesti siksi, että saatiin luotua kuva siitä miten ja miksi niitä on kehitetty ja millaisia ominaisuuksia niiltä vaaditaan eri torjuntavaiheissa. Tällä tarkastelulla kyettiin osaltaan perustelemaan myös loppuvaiheen torjuntajärjestelmien olemassaolo ja se, että ne eivät toimi yksin torjuntatehtävässään. Tutkimuksen pääkysymys oli: Miten Patriot PAC-3 ja S-300PMU-2 ballististen ohjusten torjuntajärjestelmät kykenevät vastaamaan ballististen ohjusten muodostamaan uhkaan? Tähän kysymykseen pyrittiin tutkimuksessa vastaamaan alakysymyksien kautta.

Tutkimuksessa selvisi se, että molemmat järjestelmät on luotu samankaltaisten vaatimusten pohjalta. Aluksi molemmat järjestelmätyypit ovat olleet suunniteltuja vain aerodynaamisten maalien torjuntaan ilmakehän alaosissa (lower-tier system) alle 20km korkeudella. Ballististen ohjusten torjuntakyky on niihin tuotu vasta järjestelmien nykyisiin tarkastelussa oleviin kehitysversioihin. Syynä tähän on ollut ballististen ohjusten kiivas kehittyminen 1980 -luvun lopusta alkaen ja se, että niitä on käytössä yhä useammalla valtiolla. Persianlahden sodassa vuonna 1991 saadut kokemukset ovat myös vaikuttaneet suuresti molempien järjestelmien kehitystyöhön osana kansallisia ilmapuolustuksen hankkeita.

Molemmat järjestelmät ovat suunniteltuja kohteensuojaus tehtäviin. Niitä kyetään käyttämään itsenäisesti tai osana suurempaa operaatiota suojaamaan perustettavia joukkoja, lentokenttiä, satamia, teollisuusalueita, liikennekeskuksia, väestökeskuksia ja maantieteellisesti tärkeitä alueita. Niillä suojataan myös strategisesti tärkeitä kohteita, joita voivat olla esimerkiksi johtamiseen, hallintoon, viestintään ja tiedusteluun liittyvät kohteet sekä tietoliikenteen keskittymät. Ballististen ohjusten lisäksi niillä torjutaan risteilyohjuksia sekä kaiken tyyppisiä muita aerodynaamisia maaleja. Joukkotuhoojien torjuntaan niillä on rajoittunut kyky, koska ne kyetään torjumaan vasta noin 20 km:n korkeudella. Tällöinkin niiden tuhovaikutus voi ulottua maan pinnan tasolle saakka. Jos torjunta tapahtuu vielä alempana, tuhovaikutus voi jopa vain suurentua.

Tutkimuksessa selvisi myös, että järjestelmien käyttöperiaatteet yhtenevät myös suurimmilta osiltaan. Yhdysvaltalaisista järjestelmää käytetään myös ulkomailla olevien joukkojen suojaamiseen kotialueen puolustuksen lisäksi. Se voidaan nopeasti kuljettaa kohdealueelle ilmakuljetuksin. Organisaatiot ovat rakennettu järjestelmille eri tavoin. Venäläinen järjestelmä toimii rykmentti tai jopa prikaati kokonaisuuksina, kun yhdysvaltalainen järjestelmä on puolestaan koottu pataljooniksi. Niiden käyttöperiaatteet ovat kuitenkin samankaltaisia. Ne voidaan liittää myös osaksi isompaa ilmapuolustusorganisaatiota. Niihin voidaan tuoda maali-keittoja monesta eri lähteestä ja ne kykenevät johtamaan myös muita asejärjestelmiä tulenkäytöllisesti.

S-300PMU-2 -järjestelmän ryhmittämistä ja taktista monikäyttöisyyttä rajoittaa sen käyttämä viestijärjestelmä. Patriot PAC-3 -järjestelmän käyttöä puolestaan rajoittaa sen valvontakyky, joka on tutkan ominaisuuksien vuoksi rajoittunut sektoreihin. Myös sen liikkuvuus on hitaampaa vedettävien lavettien johdosta. Taktinen liikkuvuus pyritään kuitenkin takaamaan laukaisualustojen kaukokäyttämällä. Venäläisen järjestelmän tehokkuus ja suoja perustuu sen nopeasti toteutettaviin asemanvaihtoihin. Sen valvontakyky on toteutettu usealla erityyppisellä tutkalla, joka takaa kattavan valvontakyvyn joka suuntaan. Suoraa ylöspäin ammuttavat ohjukset mahdollistavat sektorittoman tulenkäytön. Patriot PAC-3 -järjestelmässä tulivoima on puolestaan suurempi pienikokoisempien ohjusten ansiosta. Näitä voidaan sijoittaa laukaisualustoihin yli viisinkertainen määrä verrattuna venäläiseen järjestelmään. Ampumatarvikkeiden osalta molemmat järjestelmät ovat monipuolisia, mutta ballististen ohjusten torjuntaan suunniteltuja ohjuksia ovat vain järjestelmiin kehitetyt uusimmat versiot MIM-104F ja 48N6M. Kantamaltaan ja liikehtimiskyvyltään venäläinen ohjus on parempi. Torjuntatapa on myös ohjusten erottava tekijä. PAC-3 -ohjus torjuu maalinsa suoraan osumaan perustuen. 48N6M -ohjus on varustettu puolestaan taistelulatauksella, jonka toimintaa voidaan muokata maali-tilanteiden mukaan. Kumpaankin järjestelmään on tulossa lähivuosien aikana liikehtimiskykyisempiä ohjuksia, joiden kantama on myös huomattavasti pidempi. Tutkimuksen perusteella S-300PMU-2 järjestelmän voidaan katsoa olevan tehokkaampi järjestelmä ballististen ohjusten torjuntaan paremman valvontajärjestelmänsä ja ohjuksen ansiosta. Kuitenkin vain yhdysvaltalaisista järjestelmää on käytetty sotatoimissa ja venäläistä järjestelmää vain testiolosuhteissa. Sen tehokkuudesta ei näin ole kokemuksia sotatoimissa.

Tärkeimpänä havaintona tutkimuksesta voidaan esille tuoda se, että kumpikin järjestelmä kykenee ominaisuuksiensa vuoksi torjumaan vain taktisia ballistisia ohjuksia. Toisen jaottelun mukaan niihin kuuluvat taistelukentän lyhyen kantaman ohjukset (BSRBM) sekä lyhyen kantaman ohjukset (SRBM). Kantama saa enimmillään niillä olla noin 1000 km. Tällöin ohjus ei vielä nouse niin korkealle lentoradalle ja saavuta täten niin suurta loppuvaiheen nopeutta. Taktisilla ballistisilla ohjuksilla loppunopeus on noin 2 km/s, kun mannerten välisillä ohjuksilla se voi olla jopa 8 km/s. Alle 1000 km:n kantaman ohjusten matalan lentoradan johdosta myös niiden tulokulmat ovat tarpeeksi loivia tutkittavina olleille asejärjestelmille. Ne saavat valvontatutkillaan näin ennakkovaroituksen tarpeeksi kaukaa onnistuneen torjunnan suorittamiseen. Torjuntaja helpottaa myös se, että suurin osa lyhyen kantaman ohjuksista on rakenteeltaan kiinteitä. Niiden taistelukärkiä ei irroteta siis ohjuksen muusta rungosta missään lennon vaiheessa. Tämä lisää huomattavasti niiden havaittavuutta.

Tulevaisuudessa tutkittavina olleiden järjestelmien tehokkuutta edelleen lisätään esimerkiksi uusilla ohjuksilla. Tällä pyritään vastaamaan ballististen keskimatkan ohjusten laajaan kehitystyöhön. Järjestelmät tulevat toimimaan myös osana monikerroksista torjuntajärjestelmää, jossa loppuvaiheen torjuntakin on toteutettu kaksikerroksisesti. Järjestelmät ovat siis viimeinen mahdollisuus ohjusten onnistuneen torjunnan toteuttamiseen. Torjuntatyötä helpottaa muiden järjestelmien tuottama ilmatilannekuva ja niiden torjunnan ansiosta vähentynyt maalien määrä.

Tutkielmassa onnistuttiin ratkaisemaan asetetut tutkimusongelmat tutkimuksen pää- ja alakysymysten kautta. Kaikkiin osa-alueisiin kyettiin vastaamaan ja saamaan niiden perusteella vastaus tutkielman pääkysymykseen. Suurimpana rajoittavana tekijänä oli tutkimusmenetelmän osalta se, että kaikki käytettävät lähteet oli rajattu julkisesti saataviin. Tämä aiheutti ongelmia tutkittaessa järjestelmien taktisia käyttöperiaatteita. Niitä tarkemmin käsittelevät julkaisut ovat kaikki turvaluokiteltuja. Myöskään julkisista lähteistä ei ollut saatavissa yksityiskohtaista tietoa järjestelmien testaustuloksista. Jatkotutkimuksessa tutkimusmenetelmiä tulisi kehittää siten, että käytettäisiin mahdollisesti enemmän asiantuntija haastatteluita tässä tutkimuksessa saatujen tulosten tarkentamiseen ja kyseenalaistamiseen. Tutkimus lisää tietoa tämän hetkisestä kyvystä ballististen ohjusten torjuntaan, koska tutkittaviksi järjestelmiksi valittiin sellaiset järjestelmät joiden kehitys on ollut jatkuvaa ja ovat myös tällä hetkellä operatiivisessa käytössä. Ne edustavat tämän hetkistä parhaimmistoa ballististen ohjusten torjuntajärjestelmissä ja ovat käytössä vielä vuosikymmeniä. Aihetta ei ole tutkittu myöskään aiemmin Suomessa tästä näkökulmasta. Saatuja tuloksia voidaan yleistää osiltaan kaikkiin käytössä oleviin ilmakehän alaosissa torjuntansa suorittaviin loppuvaiheen torjuntajärjestelmiin. Tämä

on mahdollista, koska kantamansa ansiosta järjestelmät kykenevät toimimaan saman kantamaisia ballistisia ohjuksia vastaan kuin tutkitut järjestelmät. Saatua tutkimustuloksia voidaan hyödyntää arvioidessa tämän hetkistä ballististen ohjusten aiheuttamaa uhkaa ja kuinka siihen kyetään tällä hetkellä vastaamaan. Lisäksi tulosten perusteella voidaan arvioida venäläisen ja yhdysvaltalaisen järjestelmän yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia. Koska torjuntajärjestelmät ja ballistiset ohjukset kehittyvät tällä hetkellä nopeasti, aiheuttaa se jatkotutkimushaasteen. Tutkimus vanhenee nopeasti uusien ja edelleen kehitettyjen asejärjestelmien tullessa käyttöön. Torjuntajärjestelmien kyky vastata ballististen ohjusten muodostamaan uhkaan voi muuttua huomattavasti jo lähivuosien aikana.

VIITTEET

- 1 Missile Defence Agency, BMD Basics, Viitattu 13.9.2006,
<http://www.mda.mil/mdalink/html/boost.html>
- 2 Venäjän presidentti Vladimir Putinin puhe Münchenin turvallisuuskonferenssissa 16.02.2007,
<http://www.yle.fi/yle24/videosali/index.php?a=13&t=4&q=>
- 3 Hirsjärvi S, Remes P, Sajavaara P, Tutki ja kirjoita, 1997, Tampere 2000, Tammer-Paino Oy,
s.136, s.160-163.
- 4 Wikipedia, Viitattu 28.08.2006,
<http://fi.wikipedia.org/wiki/J%C3%A4rjestelm%C3%A4>
- 5 Hirsjärvi S, Remes P, Sajavaara P, Tutki ja kirjoita, Tampere 2000, s.175-179
- 6 Hirsjärvi S, Remes P, Sajavaara P, Tutki ja kirjoita, Tampere 2000, s.136, s.160-163.
- 7 Ilmatorjuntaupseeriyhdistys ry, Ilmatorjuntamiehen opas, Vaasa 2003, s.304
- 8 Puolustusvoimien määritelmärekisteri, tulostettu 16.4.2006
- 9 Puolustusvoimien määritelmärekisteri, tulostettu 16.4.2006
- 10 Puolustusvoimien määritelmärekisteri, tulostettu 16.4.2006
- 11 Puolustusvoimien määritelmärekisteri, tulostettu 16.4.2006
- 12 Puolustusvoimien määritelmärekisteri, tulostettu 16.4.2006
- 13 Wikipedia, Viitattu 28.08.2006,
<http://fi.wikipedia.org/wiki/J%C3%A4rjestelm%C3%A4>
- 14 Puolustusvoimien määritelmärekisteri, tulostettu 16.4.2006
- 15 Puolustusvoimien määritelmärekisteri, tulostettu 16.4.2006
- 16 Puolustusvoimien määritelmärekisteri, tulostettu 16.4.2006
- 17 Puolustusvoimien määritelmärekisteri, tulostettu 16.4.2006
- 18 Ilmatorjuntaopas 1 (ItOpas 1), Vammala 2002, s.13
- 19 Missile Threat, Ballistic Missile Overview, Viitattu 29.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/bm.html>
- 20 Missile Threat, Physics of Ballistic Missiles, Viitattu 29.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/physics.html>
- 21 Missile Threat, Physics of Ballistic Missiles, Viitattu 29.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/physics.html>
- 22 Antikainen Hannu: Vakava uhka ilmasta – haasteista ilmatorjuntaa. Artikkelit ilmatorjunnan
vuosikirjasta 1996-1997. Helsinki 1996, s.112-115.
- 23 Lampén P, Oksanen T, Haavikko P: Ballististen ohjusten torjunta, Seurantaraportti, Taktiikanlai-
toksen julkaisusarja 3. Maanpuolustuskorkeakoulu 1999. s.2-3.
- 24 Missile Threat, Ballistic Missile Overview, Viitattu 29.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/bm.html>
- 25 Range Classifications, Viitattu 18.03.2006,
<http://www.cdiss.org/bmrange.htm>

-
- 26 National Air Intelligence Center, Ballistic and Cruise Missile Threat, Viitattu 2.11.2005,
<http://www.mda.mil/mdalink/bcmt.html>
- 27 A-4/V-2 Recourse Site, Viitattu 25.02.2007,
<http://www.v2rocket.com/>
- 28 Missile Threat, SS-1B, Viitattu 28.08.2006,
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-1b-scud-a_russia.html
- 29 Missile Threat, Missiles, Viitattu 28.08.2006
http://www.missilethreat.com/missiles/redstone_usa.html
http://www.missilethreat.com/missiles/pershing-i_usa.html
http://www.missilethreat.com/missiles/pershing-ii_usa.html
- 30 Missile Threat, Missiles, Viitattu 28.08.2006
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-21-a_russia.html
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-21-b_russia.html
- 31 Missile Threat, Missiles, Viitattu 28.08.2006
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-21-a_russia.html
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-21-b_russia.html
- 32 Missile Threat, Missiles, Viitattu 28.08.2006
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-21-a_russia.html
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-21-b_russia.html
- 33 Missile Threat, Missiles, Viitattu 28.08.2006
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-21-a_russia.html
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-21-b_russia.html
- 34 Missile Threat, Missiles, Viitattu 28.08.2006
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-21-a_russia.html
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-21-b_russia.html
- 35 Missile Threat, Missiles, Viitattu 28.08.2006
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-x-26_russia.html
- 36 Missile Threat, Missiles, Viitattu 28.08.2006
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-x-26_russia.html
- 37 Missile Threat, Missiles, Viitattu 28.08.2006
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-x-26_russia.html
- 38 Missile Threat, SS-21-B, Viitattu 28.08.2006,
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-21-b_russia.html
- 39 Missile Threat, SS-X-26, Viitattu 28.08.2006,
http://www.missilethreat.com/missiles/ss-x-26_russia.html
- 40 Antikainen Hannu: Ballististen ohjusten torjunta, Sotatekninen arvio ja ennuste osa II, Esikunta-
järjestelmän tietopankki
- 41 Missile Defence Agency, BMD Basics, Viitattu 13.9.2006,
<http://www.mda.mil/mdalink/html/boost.html>
Missile Threat, Stages, Viitattu 30.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/stages.html>
- 42 Missile Threat, Stages, Viitattu 30.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/stages.html>
- 43 Missile Defence Agency, BMD Basics, Viitattu 13.9.2006,
<http://www.mda.mil/mdalink/html/midcrse.html>
Missile Threat, Stages, Viitattu 30.08.2006,

44 <http://www.missilethreat.com/overview/stages.html>
Missile Defence Agency, BMD Basics, Viitattu 13.9.2006,
<http://www.mda.mil/mdalink/html/terminal.html>
Missile Threat, Stages, Viitattu 30.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/stages.html>

45 Missile Defence Agency, BMD Basics, Viitattu 13.9.2006,
<http://www.mda.mil/mdalink/html/terminal.html>
Missile Threat, Stages, Viitattu 30.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/stages.html>

46 Missile Threat, Boost Phase Defence, Viitattu 30.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

47 Missile Threat, Boost Phase Defence, Viitattu 30.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

48 Lampén P, Oksanen T, Haavikko P: Ballististen ohjusten torjunta, 1999, s.52.

49 Lampén P, Oksanen T, Haavikko P: Ballististen ohjusten torjunta, 1999, s.52.

50 Missile Threat, Boost Phase Defence, Viitattu 30.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

51 Missile Threat, Boost Phase Defence, Viitattu 30.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

52 Missile Threat, Boost Phase Defence, Viitattu 30.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

53 Missile Threat, Boost Phase Defence, Viitattu 30.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

54 Missile Threat, Terminal Phase Defence, Viitattu 31.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

55 Missile Threat, Terminal Phase Defence, Viitattu 31.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

56 Missile Threat, Terminal Phase Defence, Viitattu 31.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

57 Missile Threat, Terminal Phase Defence, Viitattu 31.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

58 Missile Threat, Terminal Phase Defence, Viitattu 31.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

59 Missile Threat, Terminal Phase Defence, Viitattu 31.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

60 Missile Threat, Terminal Phase Defence, Viitattu 31.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

61 Missile Threat, Terminal Phase Defence, Viitattu 31.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

62 Missile Threat, Terminal Phase Defence, Viitattu 31.08.2006,
<http://www.missilethreat.com/overview/destroyphasebyphase.html>

63 Missile Defence Agency, Fact Sheets, Viitattu 12.9.2006,
<http://www.mda.mil/mdalink/html/factsheet.html>

-
- 64 Lampén P, Oksanen T, Haavikko P: Ballististen ohjusten torjunta, 1999, s.12
- 65 Missile Defence Agency, Nike Zeus: America's First Anti-Ballistic Missile, Viitattu 15.02.2007
<http://www.mda.mil/mdalink/pdf/zeus.pdf>
- 66 Missile Defence Agency, Brief History, Viitattu 15.02.2007,
<http://www.mda.mil/mdalink/html/briefhis.html>
- 67 Missile Defence Agency, BMDS-book, Viitattu 17.02.2007,
<http://www.mda.mil/mdalink/pdf/bmdsbook.pdf>
- 68 Union of Concerned Scientists, ABM History, Viitattu 26.02.2007,
http://www.ucsusa.org/global_security/missile_defense/history-of-russias-abm-system.html
- 69 Octavio Díez, Armament and Technology – Artillery and Missiles, Lema Publications, Espanja 2000, s.81-83
- 70 Missile Defence: The First Sixty Years, Missile Defence Agency, verkkojulkaisu vuonna 2006, s.6, Viitattu 05.01.2007,
<http://www.mda.mil/mdalink/pdf/first60.pdf>
- 71 Redstone Arsenal, Patriot History, Viitattu 30.12.2006,
<http://www.redstone.army.mil/history/systems/PATRIOT.html>
- 72 Redstone Arsenal, Patriot History, Viitattu 30.12.2006,
<http://www.redstone.army.mil/history/systems/PATRIOT.html>
- 73 Redstone Arsenal, Patriot History, Viitattu 30.12.2006,
<http://www.redstone.army.mil/history/systems/PATRIOT.html>
- 74 Missile Threat, Systems, Viitattu 03.01.2007,
http://www.missilethreat.com/missiledefensesystems/id.40/system_detail.asp
- 75 Redstone Arsenal, Patriot History, Viitattu 30.12.2006,
<http://www.redstone.army.mil/history/systems/PATRIOT.html>
- 76 Missile Threat, Systems, Viitattu 03.01.2007,
http://www.missilethreat.com/missiledefensesystems/id.40/system_detail.asp
- 77 Redstone Arsenal, Patriot History, Viitattu 30.12.2006,
<http://www.redstone.army.mil/history/systems/PATRIOT.html>
- 78 Missile Threat, Systems, Viitattu 03.01.2007,
http://www.missilethreat.com/missiledefensesystems/id.40/system_detail.asp
- 79 George N. Lewis, Steve Fetter, Lisbeth Gronlund, Casualties and damage Scud attacks in the 1991 Gulf War, DACS working paper, maaliskuu 1993, Viitattu 04.01.2007,
http://web.mit.edu/ssp/Publications/working_papers/wp93-2.pdf#search=%22%2218%20January%22%201991%20Iraq%20Scud%20Patriot%20%22
- 80 Missile Threat, Systems, Viitattu 03.01.2007,
http://www.missilethreat.com/missiledefensesystems/id.40/system_detail.asp
- 81 Missile Threat, Systems, Viitattu 03.01.2007,
http://www.missilethreat.com/missiledefensesystems/id.40/system_detail.asp
- 82 Army Technology , Air Defence Systems, Viitattu 05.01.2007,
<http://www.army-technology.com/projects/patriot/>
- 83 Theodore A. Postol, An Information Guess About Why Patriot Fired Upon Friendly Aircraft and Saw Numerous False Missile Targets During Operation Iraqi Freedom, Massachusetts Institute of Technology 2004, s.3-4

84 Missile Threat, Systems, Viitattu 03.01.2007,
 http://www.missilethreat.com/missiledefensesystems/id.41/system_detail.asp

85 Lockheed Martin, Products, Viitattu 06.01.2007,
 <http://www.lockheedmartin.com/wms/findPage.do?dsp=fec&ci=17426&rsbci=13169&fti=0&ti=0&sc=400>

86 Lockheed Martin, Products, Viitattu 06.01.2007,
 <http://www.lockheedmartin.com/wms/findPage.do?dsp=fec&ci=17426&rsbci=13169&fti=0&ti=0&sc=400>

87 Jane´s Missiles and Rockets 1/2003

88 Jane´s Missiles and Rockets 8/2004

89 Missile Threat, Systems, Viitattu 03.01.2007,
 http://www.missilethreat.com/missiledefensesystems/id.41/system_detail.asp

90 Jane´s Missiles and Roceks, 11/2004

91 Missile Threat, News, Viitattu 16.02.2007,
 http://www.missilethreat.com/missiledefensesystems/id.41/system_detail.asp

92 Missile Defence Agency, Draft Programmatic Environmental Impact Statement, 16.02.2007,
 <http://www.mda.mil/mdalink/pdf/peisvol2.pdf>

93 Headquarters, Department of the Army, Patriot Batallion and Operations, Field Manual Number
 3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.A1-A4

94 Headquarters, Department of the Army, Patriot Batallion and Operations, Field Manual Number
 3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.A1-A4

95 Headquarters, Department of the Army, Patriot Batallion and Operations, Field Manual Number
 3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.A1-A4

96 Headquarters, Department of the Army, Patriot Batallion and Operations, Field Manual Number
 3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.A4-A5

97 Headquarters, Department of the Army, Patriot Batallion and Operations, Field Manual Number
 3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.A4-A5

98 Headquarters, Department of the Army, Patriot Batallion and Operations, Field Manual Number
 3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.A4-A5

99 Headquarters, Department of the Army, Patriot Batallion and Operations, Field Manual Number
 3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.A4-A5

100 Headquarters, Department of the Army, Patriot Batallion and Operations, Field Manual Number
 3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.A4-A5

101 Headquarters, Department of the Army, Patriot Batallion and Operations, Field Manual Number
 3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.A4-A5

102 Headquarters, Department of the Army, Patriot Batallion and Operations, Field Manual Number
 3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.B1-B5

103 Headquarters, Department of the Army, Patriot Batallion and Operations, Field Manual Number
 3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.B1-B5

104 Headquarters, Department of the Army, Patriot Batallion and Operations, Field Manual Number
 3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.B1-B5

105 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.B1-B5

106 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.B1-B2

107 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.B7

108 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.B6

109 Wikipedia, Viitattu 13.02.2007,
http://en.wikipedia.org/wiki/MIM-104_PATRIOT

110 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.B8-B9

111 Lockheed Martin, Viitattu 13.02.2007,
<http://www.lockheedmartin.com/data/assets/3359.jpg>

112 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.B9-B11

113 Missile Threat, Systems, Viitattu 17.12.2006,
http://www.missilethreat.com/systems/patriot_pac-3_usa.html

114 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.B12

115 Wikipedia, Viitattu 13.02.2007,
http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Patriot_antenna_mast_grp.jpg

116 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.B11

117 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, Chapter 1, s.2

118 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, Chapter 1, s.2-3

119 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, Chapter 5, s.25-30

120 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, Chapter 5, s.1-2

121 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, Chapter 5, s.12-13

122 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, Chapter 5, s.1-6

123 Everstiluutnantti Artie Williamsin haastattelu 09.11.2006

124 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, Chapter 5, s.6-12

125 Space Daily -verkkolehti, Viitattu 15.02.2007,
<http://www.spacedaily.com/news/bmdo-05h.html>

126 Cheyenne Mountain Directorate, Today, Viitattu 15.02.2007,
<https://www.cheyennemountain.af.mil/today05.htm>

127 Missile Defence Agency, Draft Programmatic Environmental Impact Statement, Viitattu
16.02.2007,
<http://www.mda.mil/mdalink/pdf/peisvol2.pdf>

128 Global Security, Patriot TMD, Viitattu 16.02.2007,
<http://www.globalsecurity.org/space/systems/patriot-unit.htm>

129 Missile Defence Agency, BMDS-book, Viitattu 17.02.2007,
<http://www.mda.mil/mdalink/pdf/bmdsbook.pdf>

130 Jane's Missiles and Rockets 8/2004

131 Global Security, Patriot TMD, Viitattu 17.02.2007,
<http://www.globalsecurity.org/space/systems/patriot-unit.htm>

132 Global Security, Arrow TMD, Viitattu 17.02.2007,
<http://www.globalsecurity.org/space/systems/arrow.htm>

133 Missile Threat, News, Viitattu 17.02.2007,
http://www.missilethreat.com/missiledefensesystems/id.41/system_detail.asp

134 Sartonen Miika, yliluutnantti, GBAD Cluster Planning – Ilmatorjuntaryhmän käyttö NATO:ssa,
Ilmatorjuntaupseerilehti 2/2004, s.26-28

135 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, Appedinx F, s.1-3

136 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, Appedinx F, s.3-5

137 Missile Threat, Systems, Viitattu 17.12.2006,
<http://www.missilethreat.com/systems/s-300p.html>

138 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-10.pdf>

139 Federation of American Scientists, AGM-69 SRAM, Viitattu 17.12.2006,
<http://www.fas.org/nuke/guide/bomber/agm-69.htm>

140 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-10.pdf>

141 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-10.pdf>

142 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-10.pdf>

143 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-10.pdf>

144 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-10.pdf>

145 Federation of American Scientists, Air Defence, Viitattu 14.02.2007,
<http://www.fas.org/nuke/guide/russia/airdef/s-300pmu.htm>

146 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-10.pdf>

147 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf>

148 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf>

149 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf>

150 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf>

151 Asian Times, verkkojulkaisu, 18.02.2007
http://www.atimes.com/atimes/Central_Asia/EI05Ag02.html

152 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf>

153 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-10.pdf>

154 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-12.pdf>

155 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-12.pdf>

156 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-12.pdf>

157 Missile Threat, Systems, Viitattu 13.02.2007,
http://www.missilethreat.com/missiledefensesystems/id.50/system_detail.asp

158 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf>

159 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf>

160 Australian Air Power, Viitattu 14.02.2007
<http://www.ausairpower.net/APA-Grumble-Gargoyle.html>

161 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf>

162 Australian Air Power, Viitattu 14.02.2007
<http://www.ausairpower.net/APA-Grumble-Gargoyle.html>

163 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf>

164 Valka, Viitattu 14.02.2007
<http://forum.valka.cz/viewtopic.php/p/164479#164479>

165 Rosoboronexport State Corporation, Export Catalogue, Favorit, Viitattu 15.02.2007,
http://www.rusarm.ru/catalogue/airdef_catalogue.html

166 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf>

167 Enemy Forces, Viitattu 14.02.2007
<http://www.enemyforces.com/missiles/s300pmu2.htm>

168 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf>

169 Australian Air Power, Viitattu 14.02.2007

http://www.ausairpower.net/APA-Grumble-Gargoyle.htm

170 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf

171 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf

172 International Assessment and Strategy Center, Viitattu 14.02.2007
http://www.strategycenter.net/research/pubID.93/pub_detail.asp

173 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf

174 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf

175 Rosoboronexport State Corporation, Export Catalogue, Favorit, Viitattu 15.02.2007,
http://www.rusarm.ru/catalogue/airdef_catalogue.html

176 Jane's Missiles and Rockets, 9/2006

177 Tavaila A, Forsström P, Inkinen P, Puistola J-A, Sirén T: Venäjän asevoimat ja sotilasstrategia,
Tutkimusseloste, Taktiikanlaitoksen julkaisusarja 2, Maanpuolustuskorkeakoulu, Helsinki 2004,
s.63

178 Tavaila A, Forsström P, Inkinen P, Puistola J-A, Sirén T: Venäjän asevoimat ja sotilasstrategia,
Helsinki 2004, s.66-67

179 Tavaila A, Forsström P, Inkinen P, Puistola J-A, Sirén T: Venäjän asevoimat ja sotilasstrategia,
Helsinki 2004, s.70-72

180 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf

181 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf

182 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf

183 Russian Military Analysis, Vega Elint System, Viitattu 19.02.2007,
http://warfare.ru/?lang=&linkid=2442&catid=336

184 Russian Military Analysis, Vega Elint System, Viitattu 19.02.2007,
http://warfare.ru/?lang=&linkid=2442&catid=336

185 Tuikka Matti, majuri, Venäjän uusi pitkän kantaman ilmatorjuntaohjus S-400 Triumf,
Ilmatorjuntaupseerilehti 2/2005, Viitattu 19.02.2007,
http://www.ilmatorjuntaupseeriyhdistys.fi/2_2005/tekstit/triumf.htm

186 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, Appedinx C, s.1-13

187 Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, Appedinx C, s.5-10

188 Jane's Missiles and Rockets, 1/2005, s.12

189 Missile Threat, Ballistic Missiles, Viitattu 17.12.2006,
http://www.missilethreat.com/missiles-of-the-world/

190 Missile Defence Agency, BMDS-book, Viitattu 17.02.2007,
http://www.mda.mil/mdalink/pdf/bmdsbook.pdf

-
- 191 Tavaila A, Forsström P, Inkinen P, Puistola J-A, Sirén T: Venäjän asevoimat ja sotilasstrategia,
Helsinki 2004, s.63
- 192 Missile Threat, News, Viitattu 26.02.2007,
http://www.missilethreat.com/archives/id.54/subject_detail.asp
- 193 Tavaila A, Forsström P, Inkinen P, Puistola J-A, Sirén T: Venäjän asevoimat ja sotilasstrategia,
Helsinki 2004, s.70-76
- 194 Maj Matti Tuikan haastattelu 08.02.2007
- 195 Missile Threat, News, Viitattu 26.02.2007,
http://www.missilethreat.com/missiledefensesystems/id.41/system_detail.asp
- 196 TMC Net, News, Viitattu 18.01.2007,
<http://www.tmcnet.com/usubmit/2007/01/18/2253036.htm>
- 197 Missile Threat, Systems, Viitattu 26.02.2007,
http://www.missilethreat.com/missiledefensesystems/id.61/system_detail.asp
- 198 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf>
- 199 Maj Matti Tuikan haastattelu 08.02.2007
- 200 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-21.pdf>
- 201 Maj Matti Tuikan haastattelu 08.02.2007
- 202 Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-21.pdf>

LÄHTEET

1. JULKAISEMATTOMAT LÄHTEET

Antikainen Hannu: Ballististen ohjusten torjunta, Sotatekninen arvio ja ennuste osa II, Esi-
kuntajärjestelmän tietopankki, Tulostettu 16.5.2006

2. JULKAISTUT LÄHTEET

Antikainen Hannu: Vakava uhka ilmasta – haasteista ilmatorjuntaa. Artikkelit ilmatorjunnan
vuosikirjasta 1996-1997. Helsinki 1996

Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Num-
ber 3-01.85, Washington DC, 13 May 2002

Hirsjärvi S, Remes P, Sajavaara P, Tutki ja kirjoita, 1997, Tampere 2000, Tammer-Paino Oy

Ilmatorjuntaupseeriyhdistys ry, Ilmatorjuntamiehen opas, Vaasa 2003, Ykkös-Offset Oy

Ilmatorjuntaopas 1 (ItOpas 1), Vammala 2002

Lampén P, Oksanen T, Haavikko P: Ballististen ohjusten torjunta, Seurantaraportti, Taktiikan-
laitoksen julkaisusarja 3. Maanpuolustuskorkeakoulu 1999

Octavio Díez, Armament and Technology – Artillery and Missiles, Lema Publications, Es-
panja 2000

Sartonen Miika, yliluutnantti, GBAD Cluster Planning – Ilmatorjuntaryhmän käyttö
NATO:ssa, Ilmatorjuntaupseerilehti 2/2004

Tavaila A, Forsström P, Inkinen P, Puistola J-A, Sirén T: Venäjän asevoimat ja sotilasstrate-
gia, Tutkimusseloste, Taktiikanlaitoksen julkaisusarja 2, Maanpuolustuskorkeakoulu, Helsinki
2004

Theodore A. Postol, An Information Guess About Why Patriot Fired Upon Friendly Aircraft and Saw Numerous False Missile Targets During Operation Iraqi Freedom, Massachusetts Institute of Technology 2004

Tuikka Matti, majuri, Venäjän uusi pitkän kantaman ilmatorjuntaohjus S-400 Triumf, Ilmatorjuntaupseerilehti 2/2005

3. LEHDISTÖ

Ilmatorjuntaupseerilehti 2/2004

Ilmatorjuntaupseerilehti 2/2005

Jane's Missiles and Rockets 1/2003

Jane's Missiles and Rockets 8/2004

Jane's Missiles and Rockets, 11/2004

Jane's Missiles and Rockets, 1/2005

Jane's Missiles and Rockets, 9/2006

4. INTERNET

Army Technology, <http://www.army-technology.com>

Asian Times -verkkolehti, <http://www.atimes.com>

Australian Air Power, <http://www.ausairpower.net>

Centre for Defence & International Security Studies, <http://www.cdiss.org>

Cheyenne Mountain Directorate, <https://www.cheyennemountain.af.mil>

Defence Threat Information Group, <http://www.dtig.org>

Enemy Forces, <http://www.enemyforces.com>

Federation of American Scientists, <http://www.fas.org>

Global Security, <http://www.globalsecurity.org>

International Assessment and Strategy Center, <http://www.strategycenter.net>

Missile Defence Agency, <http://www.mda.mil>

Missile Threat, <http://www.missilethreat.com>

Lockheed Martin, <http://www.lockheedmartin.com>

Redstone Arsenal, <http://www.redstone.army.mil>

Rosoboronexport State Corporation, <http://www.rusarm.ru>

Russian Military Analysis, <http://warfare.ru>

Space Daily –verkkolehti, <http://www.spacedaily.com>

TMC Net, <http://www.tmcnet.com>

Union of Concerned Scientists, <http://www.ucsusa.org>

V-2 Rocket Resource Site, <http://www.v2rocket.com>

Valka –keskustelufoorumi, <http://forum.valka.cz>

Wikipedia, <http://www.wikipedia.org>

5. MUUT LÄHTEET

BMDS-book, Missile Defence Agency –verkkojulkaisu,

<http://www.mda.mil/mdalink/pdf/bmdsbook.pdf>

Draft Programmatic Environmental Impact Statement, Missile Defence Agency –verkkojulkaisu,

<http://www.mda.mil/mdalink/pdf/peisvol2.pdf>

George N. Lewis, Steve Fetter, Lisbeth Gronlund, Casualties and damage Scud attacks in the 1991 Gulf War, DACS working paper, maaliskuu 1993,

http://web.mit.edu/ssp/Publications/working_papers/wp93-2.pdf#search=%22%2218%20January%22%201991%20Iraq%20Scud%20Patriot%20%22

Missile Defence: The First Sixty Years, Missile Defence Agency –verkkojulkaisu,

<http://www.mda.mil/mdalink/pdf/first60.pdf>

Nike Zeus: America's First Anti-Ballistic Missile, Missile Defence Agency –verkkojulkaisu,

<http://www.mda.mil/mdalink/pdf/zeus.pdf>

Venäjän presidentti Vladimir Putinin puhe Münchenin turvallisuuskonferenssissa 16.2.2007,

<http://www.yle.fi/yle24/videosali/index.php?a=13&t=4&q=>

6. HAASTATTELUT

Majuri Matti Tuikka, 8.2.2007, Ilmatorjuntakoulu

Everstiluutnantti Artie Williams, 9.11.2006, Ilmatorjuntakoulu

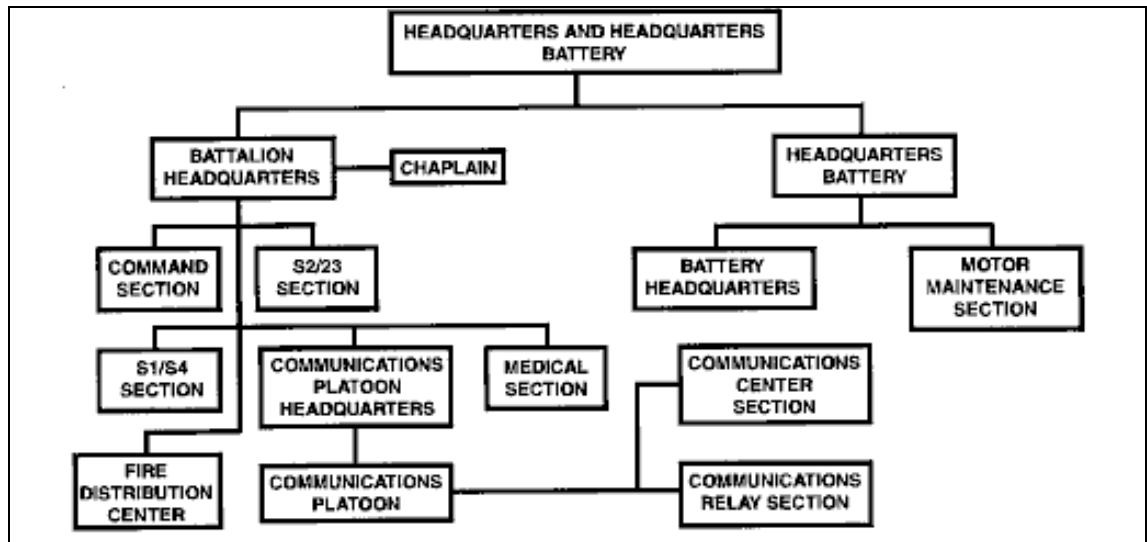
LIITTEET

- Liite 1 Eräiden ballististen ohjuste ominaisuuksia
- Liite 2 Patriot PAC-3 pataljoonan esikunnan ja esikuntakomppanian kokoonpano
- Liite 3 Patriot PAC-3 tuliyksikön kokoonpano
- Liite 4 Patriot PAC-3 pataljoonan osakokonaisuudet
- Liite 5 S-300 -järjestelmä ja sen käyttämät ohjukset
- Liite 6 Järjestelmien tutkien tekniset tiedot
- Liite 7 Järjestelmien ohjusten tekniset tiedot
- Liite 8 Tutkimuksessa käytetyt lyhenteet

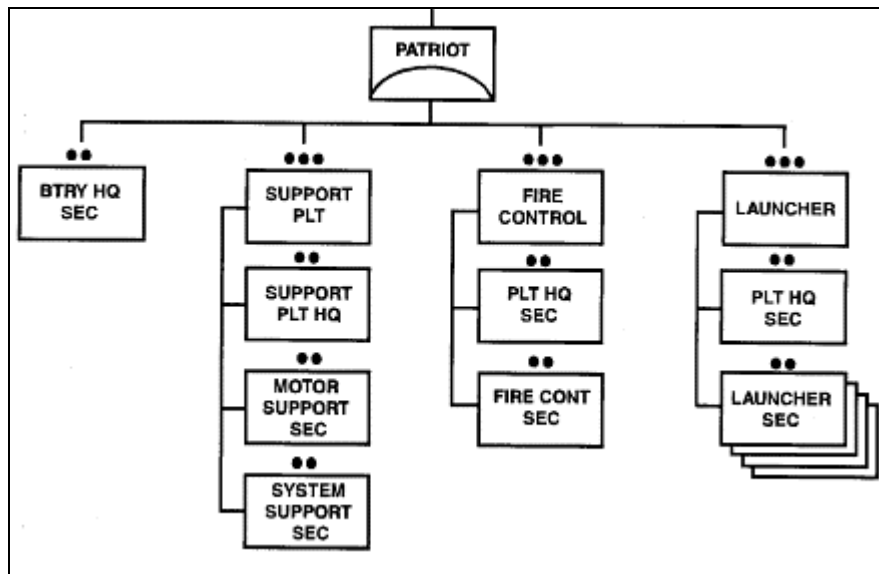
Eräiden ballististen ohjusten ominaisuuksia

OHJUS	SS-1C (Scud B)	SS-21 B (Scarab B)	SS-X-26	ATACMS Block 4A
Luokka	SRBM	BSRBM	SRBM	SRBM
Kehittäjä	Venäjä	Venäjä	Venäjä	USA
Pituus (m)	11,25	6,40	7,30	3,98
Läpimitta (m)	0,88	0,65	0,92	0,61
Paino (kg)	5900	2010	3800	1420
Tst-kärki (kg ja laatu)	985kg, Ydinlataus 5- 70kT, kemial- linen, sirpale	482kg, Ydinlataus 10 tai 100kT, kemiallinen, 120 kg sirpale, tytärammukset	480kg tai 700kg, sirpale, tytär- ammukset, poltto- aineilmaräjähde, säteilyyn hakeutuva, harhauttimia sisältävä	213kg tai 247kg, sirpale ja paine
Moottori	yksivaihe, kiinteä poltto- aine	yksivaihe, kiinteä polttoaine	yksivaihe, kiinteä polt- toaine	yksivaihe, kiinteä polttoaine
Ohjaus	Inertia	Inertia, GPS, lop- puvaiheen hakeu- tuminen tutkalla tai optisesti	Inertia, GPS, aktiivinen säteilyyn hakeutumi- nen	GPS
Kantama (km)	300	120	280 tai 400	270
Tarkkuus(CEP)	450	95	10-200	10-50
Käyttöönotto	1962	1989	2002 (tilaus)	2000

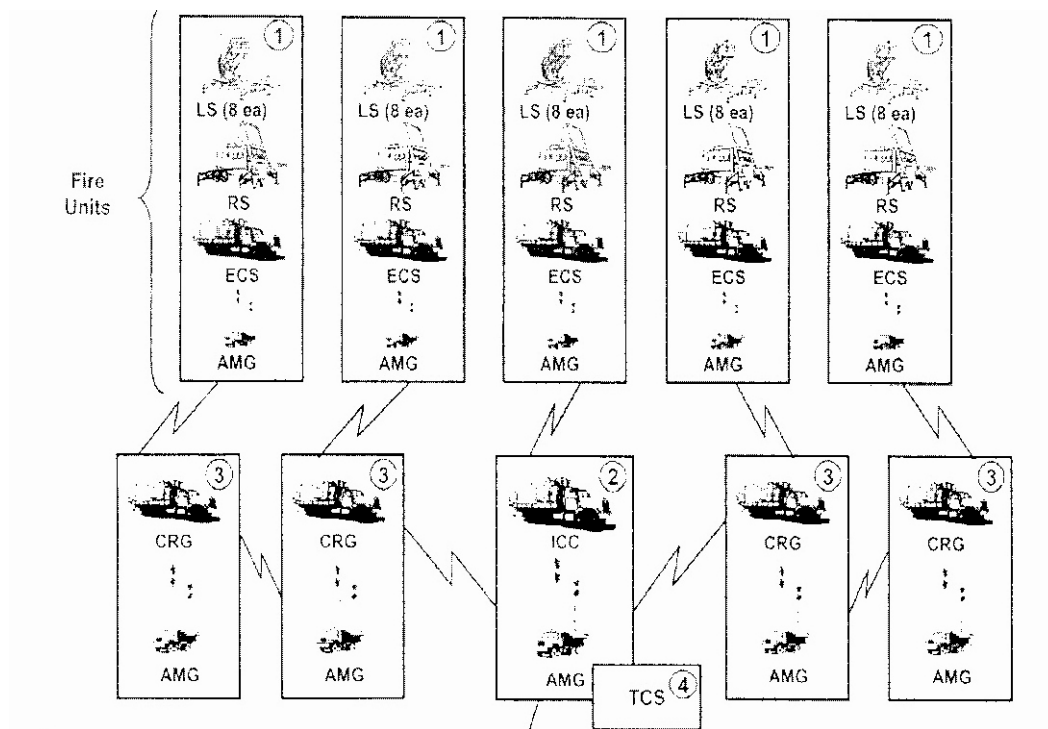
Lähde: Missile Threat, Ballistic Missiles,
<http://www.missilethreat.com/missiles-of-the-world/>
Viitattu 3.3.2007

Patriot PAC-3 pataljoonan esikunnan ja esikuntakomppanian kokoonpano

Lähde: Headquarters, Department of the Army,
Patriot Battalion and Operations, Field
Manual Number 3-01.85, Washington
DC, 13 May 2002, s.A-2

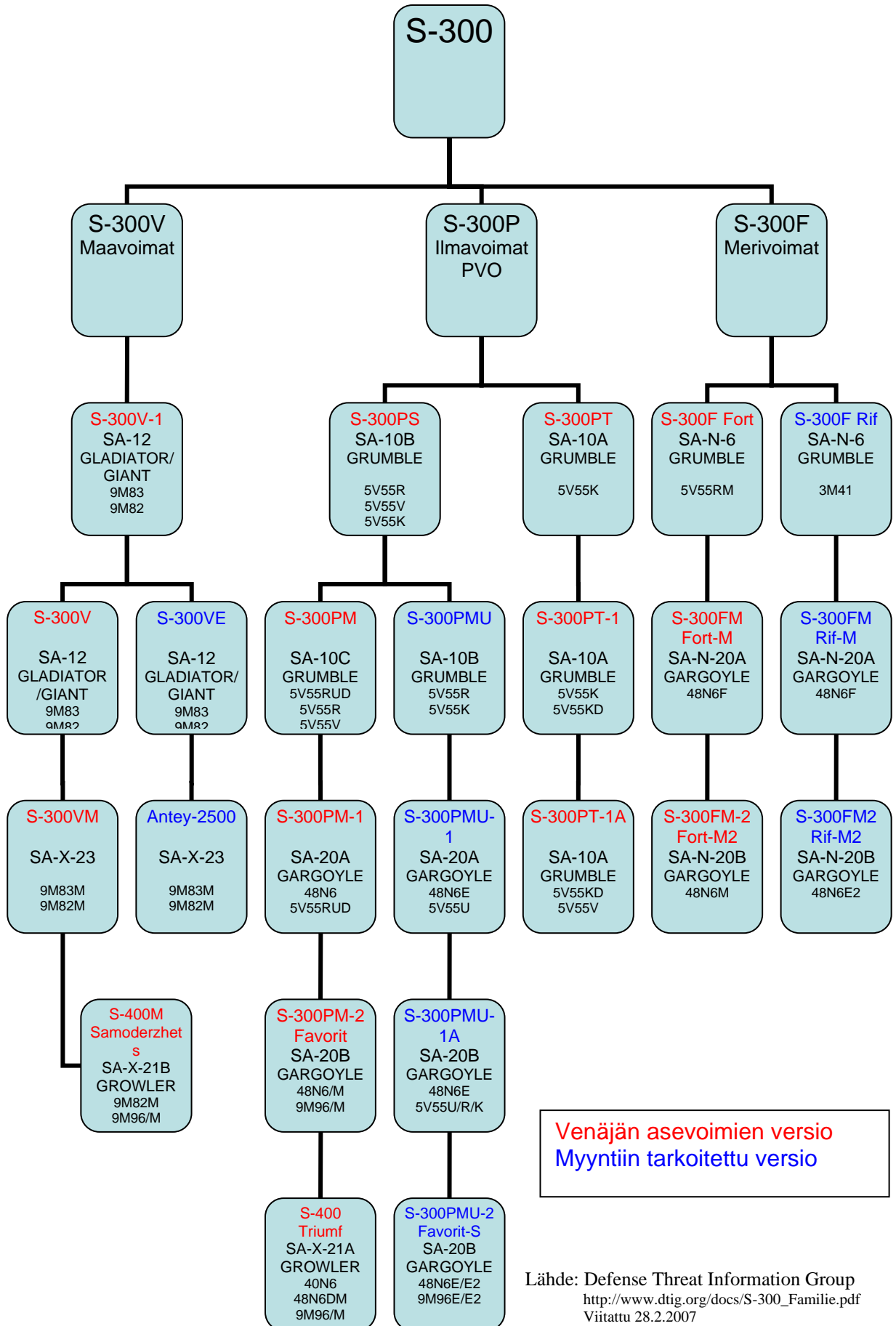
Patriot PAC-3 tuliyksikön kokoonpano

Lähde: Headquarters, Department of the Army,
Patriot Battalion and Operations, Field
Manual Number 3-01.85, Washington
DC, 13 May 2002, s.A-5

Patriot PAC-3 pataljoonan osakokonaisuudet**Selitteet:**

1. Tuliyksikkö
2. Pataljoonan johtokeskus
3. Välitysryhmä
4. Taktisen johtamisen järjestelmä

Lähde: Headquarters, Department of the Army,
Patriot Battalion and Operations, Field
Manual Number 3-01.85, Washington
DC, 13 May 2002, s.B-2

S-300 -järjestelmä ja sen käyttämät ohjukset

Järjestelmien tutkien tekniset tiedot

TUTKA	BIG BIRD-D 64N6E2	96L6E	TOMBSTONE 36N85E	AN/MPQ-65
Tyyppi	3D Valvonta ja maalinosoitus	3D Valvonta ja maalinosoitus	3D Monitoimitutka	3D Monitoimitutka
Valvontaetäisyys (km)	noin 300	5-300	noin 200	100
Valvontakorkeus (km)	yli 35	ei tiedossa	35	ei tiedossa
Taajuusalue (GHz)	F -alue 4-6	C -alue 4-6	E/F -alue 2-3	G -alue 4-6
Valvontasektori (astetta)	360	360	360	110
Maalien seuranta (kpl)	300	100	6	100
Sijoitus	8x8 mka	8x8 mka	8x8 mka	perävaunu

Lähde: Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf>

Headquarters, Department of the Army, Patriot Battalion and Operations, Field Manual Number
 3-01.85, Washington DC, 13 May 2002, s.B8-B9

Järjestelmien ohjusten tekniset tiedot

OHJUS	48N6	48N6M	9M96	9M96M	MIM-104F PAC-3
Kma etäisyys (km)	5-150	3-200	1-40	1-120	70
Kma korkeus (m)	27	25	20	30	24
Tst.lat. paino (kg)	143	180	26	26	73
Laukaisupaino (kg)	1900	1800	333	420	312
Pituus (m)	7,5	7,5	4,75	5,65	5,2
Halkaisija (m)	0,52	0,52	0,24	0,24	0,25
Ohjautus	INS+SARH+TVM	INS+SARH+TVM	INS+ARH	INS+ARH	INS+TVM+ARH

Lähde: Defence Threat Information Group, Lenkwaffensystem, Viitattu 16.12.2006,
<http://www.dtig.org/docs/sa-20.pdf>

Global Security, Patriot TMD, Viitattu 1.3.2007,
<http://www.globalsecurity.org/space/systems/patriot-specs.htm>

TUTKIMUKSESSA KÄYTETYT LYHENTEET

AADS	Army Air Defence System
ABL	Air Borne Laser
ABM	Anti Ballistic Missile
AMDWS	Air and Missile Defence Work Station
AMG	Antenna Mast Group
ARH	Active Radar Homing
ASOJ	Anti Stand-Off Jammer
ASM	Air-to-Surface Missile
ATCAMS	Army Tactical Missile System
AWACS	Airborne Warning and Control System
BCP	Battery Command Post
BMD	Ballistic Missile Defence
BMDS	Ballistic Missile Defence System
BSRBM	Battlefield Short Range Ballistic Missile
C2BMC	Command and Control, Battle Management and Communications
CAP	Combat Air Patrol

CEP	Circular Error Propable
CM	Cruise Missile
CRG	Communication Relay Group
DLT	Data Link Terminal
ECS	Engagement Control Station
EMP	Electro Magnetic Pulse
EPP	Electronic Power Plant
EPU	Electronic Power Unit
FDC	Fire Direction Center
FU	Fire Unit
GBAD	Ground Base Air Defence
GBI	Ground Base Interceptor
GEM	Guidance Enhanced Missile
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GMT	Guided Missile Transport
GPS	Global Positioning System
HEMMT	Heavy Expanded Mobility Tactical Truck
HMMWV	High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle

ICBM	Intercontinental Ballistic Missile
ICC	Information and Coordination Central
INF	Intermediate-Range Nuclear Forces
INS	Inertial Navigation System
IRBM	Intermediate Range Ballistic Missile
IVY	Itsenäisten Valtioiden Yhteisö
JTIDS	Joint Tactical Information Distribution System
KEI	Kinetic Energy Interceptor
LCR	Large Caliber Rocket
MANPAD	Man Portable Air Defence
MDA	Missile Defence Agency
MEADS	Medium Extended Air Defence System
MEP	Minimum Engagement Package
MIDS	Multifunctional Information Distribution System
MLRS	Multiple Launch Rocket System
MSE	Missile Segment Enhancement
MRBM	Medium Range Ballistic Missile
NATO	North Atlantic Treaty Organisation

NBC	Nuclear, Biological and Chemical
NORAD	North American Aerospace Defence Command
PAC	Patriot Advanced Capability
PADIL	Patriot Digital Information Link
PDB	Post Deployment Build
PVO	Protivo Vozdushnaya Oborna
RS	Radar Station
RWCIU	Radar Weapons Control Interface Unit
SAM	Surface-to-Air Missile
SAM-D	Surface-to-Air Missile, Development
SARH	Semi Active Radar Homing
SDI	Strategic Defence Initiative
SINCGARS	Single-Channel Ground and Airborne Radio System
SLBM	Submarine Launched Ballistic Missile
SRBM	Short Range Ballistic Missile
TADIL-J	Tactical Digital Information Link - Jam-Resistant
TBM	Tactical Ballistic Missile
TCA	Tactical Control Assistant

TCO	Tactical Control Officer
TCS	Tactical Command System
TEL	Transporter Erector Launcher
THAAD	Terminal High Altitude Area Defence
TIBS	Tactical Information Broadcast Service
TPW	Tactical Plan Working
TVC	Thrust Vactoring Control
TVM	Track-Via-Missile
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
UHF	Ultra High Frequency
USAF	United States Air Force
V2	Vergeltungswaffe 2
VHF	Very High Frequency
WCC	Weapons Control Computer
WMD	Weapons of Mass Destruction